

EAR – ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS

Adonai Química S.A. Santos - SP

Agosto – 2015

Revisão 2



ÍNDICE DE REVISÕES

Revisão	Descrição			
0	Para comentários do cliente.			
1	Correções de texto e acréscimo da análise do sistema de GLP de alimentação da caldeira.			
2	Atendimento aos itens do Parecer Técnico nº 199/14/IPRR da CETESB. Adicionalmente foram inseridos no escopo do estudo novos produtos químicos na análise dos riscos previsto nos novos projetos de movimentação da empresa sendo: ácido sulfúrico, álcool etílico, aromáticos naftalênicos, benzeno, dicloroetano, diisopropilamina, dimetilamina, gasolina A e B, hexometilenodiamina, i-butanol, monômero de estireno, nitrato de amônia (solução de uréia), OE 300, óleos (amendoim, oliva, peixe, diesel, mineral), soda cáustica e trietanolamina. Todos esses produtos estão previstos para serem recebidos e expedidos por caminhão-tanque e navio. Foram retirados da relação anterior o etileno glicol e o xileno (puro), pois não está mais prevista movimentação desses produtos.			
	Revisão 0	Revisão 1	Revisão 2	Revisão 3
Data	03/06/2014	10/06/2014	31/08/2015	
Projeto	01.010-AR/14	01.010-AR/14	05.149-SI/15	
Elaboração	Fernando Queiroga	Fernando Queiroga	Henrique Paiva	
Verificação	Tiago Novo	Tiago Novo	Tiago Novo	
Aprovação	Carmen Vazquez	Carmen Vazquez	Carmen Vazquez	
As informações deste documento são de propriedade da ITSEMAP do Brasil e da Adonai Química S.A., sendo proibida a sua utilização para outras finalidades e sem a autorização prévia e expressa dos proprietários.				

GLOSSÁRIO

Acidente

Evento específico não planejado e indesejado, ou uma sequência de eventos, que gera consequências indesejáveis.

Análise de Riscos

Estudo quantitativo de riscos numa instalação industrial, baseado em técnicas de identificação de perigos, estimativa de frequências e consequências, análise de vulnerabilidade e na estimativa do risco.

Análise de vulnerabilidade

Estudo realizado por intermédio de modelos matemáticos para a previsão dos impactos danosos às pessoas, instalações e meio ambiente, baseado em limites de tolerância estabelecidos através do parâmetro *Probit* para os efeitos de sobrepressão decorrentes de explosões, radiações térmicas decorrentes de incêndios e efeitos tóxicos de emissões agudas de substâncias químicas na atmosfera.

Avaliação de riscos

Processo pelo qual os resultados da análise de riscos são utilizados para a tomada de decisão, através de critérios comparativos de riscos, para definição da estratégia de gerenciamento dos riscos e aprovação do licenciamento ambiental de um empreendimento.

BLEVE

Do inglês *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*. É o fenômeno decorrente da explosão catastrófica de um reservatório com projeção de fragmentos e de expansão adiabática, quando um líquido nele contido atinge uma temperatura bem acima da sua temperatura de ebulição à pressão atmosférica.

Bola de fogo (Fireball)

É o fenômeno que se verifica quando o volume de vapor inflamável, inicialmente comprimido num recipiente, escapa repentinamente para a atmosfera e, devido à depressurização, forma um volume esférico de gás, cuja superfície externa queima, enquanto a massa inteira se eleva por efeito da redução da densidade provocada pelo superaquecimento.

Dano

Efeito adverso com repercussões à integridade física de um indivíduo.

Dispersão atmosférica

É a mistura de um gás ou vapor com o ar. Esta mistura é o resultado da troca de energia turbulenta, a qual é função da velocidade do vento e do perfil da temperatura ambiente.

Empreendimento

É o conjunto de ações, procedimentos, técnicas e benfeitorias que permitem a construção de uma instalação.

Estabilidade atmosférica

É a medida do grau de turbulência da atmosfera, normalmente definida em termos de gradiente vertical de temperatura. A atmosfera é classificada em seis categorias de estabilidade, A a F, sendo A a mais estável, F a mais instável e D a neutra. A classificação é realizada a partir da velocidade do vento, radiação solar e percentagem de cobertura de nuvem; a condição neutra corresponde a um gradiente vertical de temperatura da ordem de 1 °C para cada 100 m de altitude.

Estimativa de consequências

É a estimativa do comportamento de uma substância química quando de sua liberação acidental no meio ambiente.

Explosão

É um processo onde ocorre uma rápida e violenta liberação de energia, associado a uma expansão de gases acarretando o aumento da pressão acima pressão atmosférica.

Explosão de nuvem de vapor não-confinado

A explosão de nuvem de vapor não-confinado (*Unconfined Vapour Cloud Explosion - UVCE*) é a rápida combustão de uma nuvem de vapor inflamável no ar livre, seguida de uma grande perda de conteúdo, gerada a partir de uma fonte de ignição. Neste caso, somente uma parte da energia total irá se desenvolver sobre a forma de ondas de pressão e a maior parte na forma de radiação térmica.

Incêndio em nuvem (*flashfire*)

É o incêndio de uma nuvem de vapor onde a massa envolvida não é suficiente para atingir o estado de explosão. É um fogo extremamente rápido onde todas as pessoas que se encontram na nuvem recebem queimaduras letais.

Fluxograma de engenharia

É a representação esquemática do fluxo seguido no manuseio ou na transformação de matérias-primas em produtos intermediários e acabados. É constituída de equipamentos de

caldeiraria (tanques, torres, vasos, reatores, etc); máquinas (bombas, compressores, etc); tubulações, válvulas e instrumentos principais, onde devem ser apresentados dados de pressão, temperatura, vazões, balanços de massa e de energia, instrumentações e demais variáveis de processo.

Incêndio

É um tipo de reação química na qual os vapores de uma substância inflamável se combinam com o oxigênio do ar atmosférico e uma fonte de ignição, causando liberação de calor.

Instalação

É o conjunto de equipamentos e sistemas que permitem o processamento, armazenamento e/ou transporte de insumos, matérias-primas ou produtos. Para fins deste manual, o termo é definido como a materialização de um determinado empreendimento.

Jato de fogo (*Jet fire*)

É o fenômeno que ocorre quando um gás inflamável escoar a alta velocidade e encontra uma fonte de ignição próxima ao ponto de vazamento.

Limite Inferior de Inflamabilidade (LII)

É a mínima concentração de gás que, misturada ao ar atmosférico, é capaz de provocar a combustão do produto, a partir do contato com uma fonte de ignição. Concentrações de gás abaixo do LII não são combustíveis, pois nesta condição, tem-se excesso de oxigênio e pequena quantidade do produto para a queima. Esta condição é chamada de “mistura pobre”.

Limite Superior de Inflamabilidade (LSI)

É a máxima concentração de gás que misturada ao ar atmosférico é capaz de provocar a combustão do produto, a partir de uma fonte de ignição. Concentrações de gás acima do LSE não são combustíveis, pois nesta condição, tem-se excesso de produto e pequena quantidade de oxigênio para que a combustão ocorra, é a chamada “mistura rica”.

Perigo

Uma ou mais condições, físicas ou químicas, com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou a combinação desses.

Planta

É o conjunto de unidades de processo e/ou armazenamento com finalidade comum.

Plano de Ação de Emergência (PAE)

Documento que define as responsabilidades, diretrizes e informações, visando a adoção de procedimentos, técnicos e administrativos, estruturados de forma a propiciar respostas rápidas e eficientes em situações emergenciais.

Ponto de ebulição

É a temperatura na qual a pressão interna de um líquido iguala-se à pressão atmosférica ou à pressão à qual está submetido.

Ponto de fulgor

É a menor temperatura na qual uma substância libera vapores em quantidades suficientes para que a mistura de vapor e ar logo acima de sua superfície propague uma chama, a partir do contato com uma fonte de ignição.

Ponto notável

Elemento que pode interferir na integridade do empreendimento ou ser impactado pelos efeitos físicos decorrentes de eventual incidente, estando localizado nas suas proximidades.

População vulnerável

Pessoa ou agrupamento de pessoas em residências ou estabelecimentos, industriais ou comerciais, presentes no entorno de um empreendimento. Vias com grande circulação de veículos, como rodovias, grandes avenidas e ruas movimentadas também são incluídas nesse conceito.

Pressão de vapor

É a pressão exercida pelos vapores acima do nível de um líquido. Representa a tendência de uma substância gerar vapores. É normalmente expressa em mmHg a uma dada temperatura.

Probabilidade

É a chance de um evento específico ocorrer ou de uma condição especial existir. A probabilidade é expressa numericamente na forma de fração ou de porcentagem.

Probit

Parâmetro que serve para relacionar a intensidade de fenômenos como radiação térmica, sobrepessão e concentração tóxica com os danos que eles podem causar. O *Probit* (unidade de probabilidade) é uma variável randômica com média 5 e variância 1. O valor do *Probit* é relacionado a uma determinada porcentagem através de curvas ou tabelas.

Risco

Medida de danos à vida humana, resultante da combinação entre a frequência de ocorrência e a magnitude das perdas ou danos (consequências).

Rugosidade

É a medida da altura média dos obstáculos que causam turbulência na atmosfera, devido à ação do vento, influenciando na dispersão de uma nuvem de gás ou vapor.

Sistema

É um arranjo ordenado de componentes que estão interrelacionados e que atuam e interatuam com outros sistemas, para cumprir uma tarefa ou função num determinado ambiente.

Substância

Espécie da matéria que tem composição definida.

Unidade

É o conjunto de equipamentos com finalidade de armazenar (unidade de armazenamento) ou de provocar uma transformação física e/ou química nas substâncias envolvidas (unidade de processo).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1-1
2	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DO SEU ENTORNO	2-1
2.1	Identificação do empreendimento	2-1
2.2	Descrição das instalações	2-1
2.2.1	Sistema de abastecimento	2-1
2.2.1.1	Modal marítimo.....	2-2
2.2.1.2	Modal rodoviário	2-2
2.2.2	Sistema de armazenamento.....	2-4
2.2.3	Sistema de bombeio e carregamento	2-5
2.2.4	Sistema de incêndio	2-5
2.2.5	<i>Pipe-racks</i>	2-6
2.2.6	Sistema de segurança.....	2-7
2.2.7	Central de GLP	2-10
2.3	Produtos movimentados	2-10
2.3.1	Nível de toxicidade dos produtos.....	2-12
2.3.2	Nível de inflamabilidade dos produtos	2-13
2.4	Caracterização da região e do entorno	2-20
2.4.1	Características populacionais	2-21
2.4.2	Características climáticas e meteorológicas	2-22
3	IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS	3-1
3.1	Análise Preliminar de Perigos – APP	3-1
3.2	Principais causas	3-4
3.3	Consolidação das hipóteses acidentais	3-5
4	ESTIMATIVA DOS EFEITOS FÍSICOS E AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE .	4-1
4.1	Fenômenos estudados	4-1
4.1.1	Líquido inflamável	4-1
4.1.2	Gás inflamável liquefeito	4-3
4.2	Premissas dos modelos de simulação	4-4
4.2.1	Produtos de referência	4-4
4.2.2	Tamanho dos furos	4-4
4.2.3	Modelos de simulação.....	4-4
4.2.4	Tempo de vazamento.....	4-5
4.2.5	Dados meteorológicos.....	4-5
4.2.6	Rugosidade da região	4-6
4.2.7	Bacias de contenção.....	4-6

4.2.8 Tipo de superfície.....	4-7
4.2.9 Vazões.....	4-7
4.2.10 Outras considerações de entrada.....	4-8
4.2.11 Modelo matemático para determinação dos níveis de interesse.....	4-8
4.2.11.1 Radiações térmicas	4-9
4.2.11.2 Sobrepressão	4-10
4.3 Dados de entrada das hipóteses acidentais.....	4-11
4.4 Resultados obtidos nas simulações.....	4-28
4.5 Análise de vulnerabilidade	4-37
5 ESTIMATIVA DE FREQUÊNCIAS	5-1
5.1 Metodologia	5-1
5.1.1 Fatores de utilização	5-2
5.2 Árvore de Falhas.....	5-41
5.3 Árvore de Eventos	5-44
6 ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DOS RISCOS	6-1
6.1 Risco social.	6-1
6.1.1 Critério de tolerabilidade – risco social	6-1
6.1.2 Malha.	6-2
6.1.3 Identificação da população vulnerável	6-2
6.1.3.1 Fatores de exposição.....	6-3
6.1.3.2 População flutuante	6-3
6.1.3.3 Distribuição da população na malha	6-4
6.1.4 Fontes de ignição	6-5
6.1.5 Resultado do risco social.....	6-5
6.2 Risco individual.....	6-6
6.2.1 Critério de tolerabilidade – risco individual.....	6-7
6.2.2 Resultados do risco individual.....	6-7
7 AVALIAÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO.....	7-1
7.1 Cenários acidentais avaliados	7-1
7.2 Conclusões da avaliação	7-6
8 CONCLUSÕES	8-1
9 EQUIPE TÉCNICA.....	9-1
10 BIBLIOGRAFIA	10-1
GLOSSÁRIO	
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório contempla o Estudo de Análise de Riscos (EAR) elaborado de acordo com as atividades desenvolvidas nas instalações do Terminal de Santos da Adonai Química S.A., localizado na Ilha Barnabé, no município de Santos, Estado de São Paulo.

Este estudo teve por finalidade identificar, analisar e avaliar a possibilidade de danos externos aos limites do Terminal decorrentes das atividades desenvolvidas no empreendimento, que consistem no armazenamento de granéis líquidos e recebimento e expedição dos mesmos através de modal marítimo ou rodoviário.

O estudo foi elaborado considerando os requisitos e premissas preconizados na Norma Técnica P4.261 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011), razão pela qual o relatório foi estruturado conforme apresentado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Estrutura do EAR

Capítulo	Conteúdo
-	Sumário
1	Introdução
2	Caracterização do empreendimento e do seu entorno
3	Identificação de perigos
4	Estimativa dos efeitos físicos e avaliação de vulnerabilidade
5	Estimativa de frequências
6	Estimativa e avaliação dos riscos
7	Avaliação de medidas de mitigação
8	Conclusões
9	Equipe técnica
10	Bibliografia
-	Glossário
Anexo	Conteúdo
I	Fluxogramas de engenharia
II	Planta de arranjo (<i>layout</i>)
III	Fichas de Informação de Segurança dos Produtos Químicos (FISPQs)
IV	Imagem de satélite da região
V	Planilhas de Análise Preliminar de Perigos (APP)
VI	Relatórios das simulações de consequências
VII	Pontos de liberação
VIII	Mapeamentos das vulnerabilidades
IX	Cálculo das frequências finais dos cenários
X	Malha
XI	Dados de entrada da curva F-N
XII	Aferição dos cálculos dos riscos
XIII	Anotação de Responsabilidade Técnica

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

A sequência de etapas de desenvolvimento de EARs para empreendimentos pontuais, como é o caso do Terminal da Adonai, pode ser observada no fluxograma apresentado na Figura.

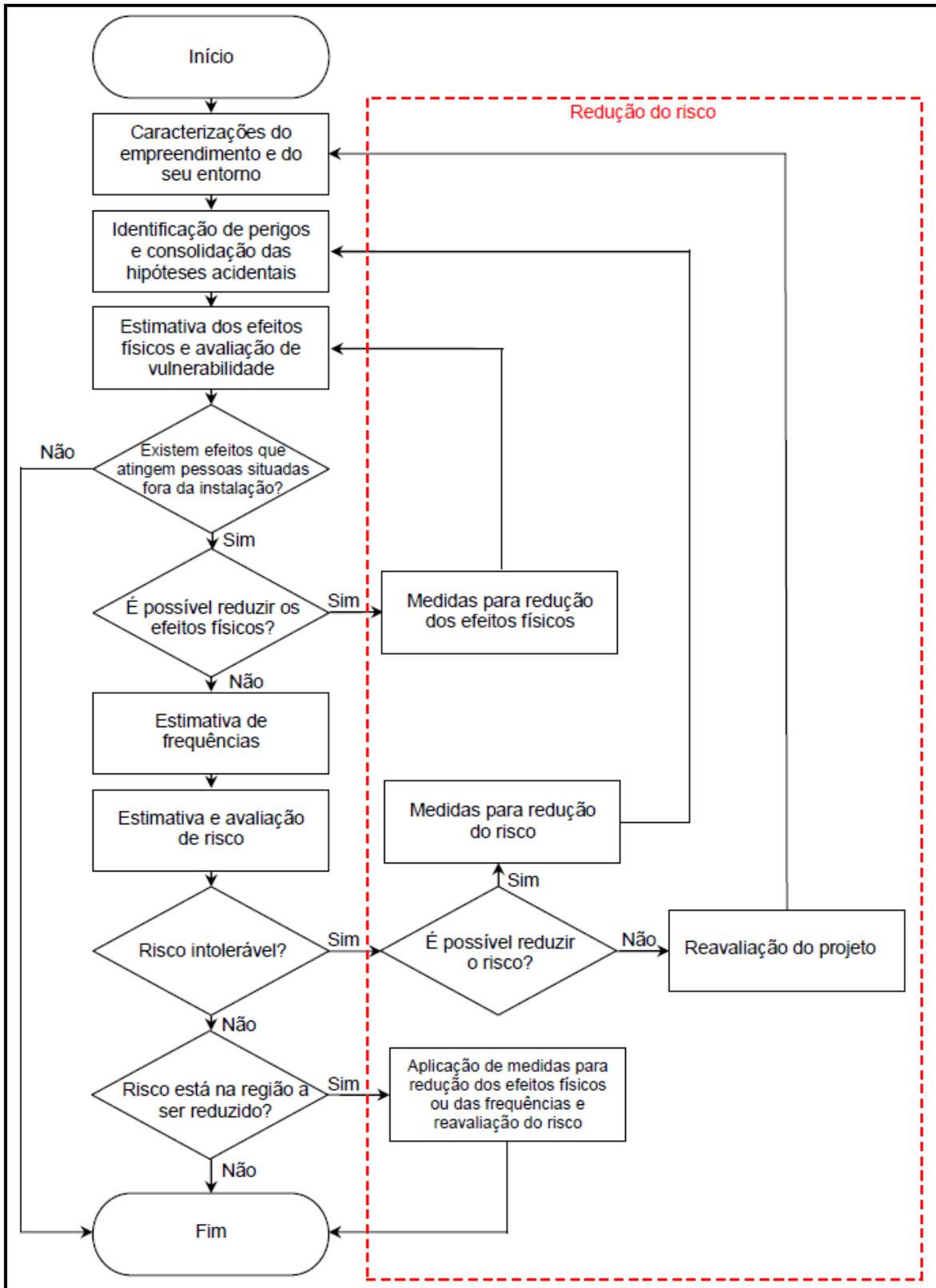


Figura 1.1 – Etapas de elaboração de um EAR para empreendimentos pontuais

Fonte: CETESB, 2011

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIEMNTO E DO SEU ENTORNO

O Terminal de Santos da Adonai consiste numa instalação para o recebimento, armazenamento e expedição de granéis líquidos.

No presente capítulo estão contemplados os dados da empresa, características dos produtos comercializados e as descrições dos processos e atividades desempenhadas pela empresa.

2.1 Identificação do empreendimento

- Razão Social: Adonai Química S.A.;
- Endereço: Margem Esquerda do Porto Organizado de Santos, s/nº, Ilha de Barnabé, Santos - SP;
- Contato telefônico: (13) 3226-3660.

2.2 Descrição das instalações

O Terminal possui os seguintes prédios / instalações:

- Prédio de administração e operação (Área 1);
- Prédio da área de utilidades (Área 2);
- Estacionamento para veículos leves;
- Subestação elétrica;
- Transformadores;
- Sala dos painéis de controle;
- Sala dos compressores de ar;
- Reservatório de nitrogênio e de água industrial;
- Tanques de aço carbono API-650;
- Plataforma de carregamento / descarregamento de caminhões;
- Gerador;
- Central de GLP.

2.2.1 Sistema de abastecimento

As bacias 1, 2, 3, 4 e 5 (e futuramente as bacias 6, 7 e 8) recebem e enviam os produtos por dois modais distintos: marítimo (navios) e rodoviário (caminhão-tanque).

2.2.1.1 Modal marítimo

O produto que chega através do navio, pode ser atracado tanto no píer do Cais Bocaina quanto no píer do Cais de São Paulo. A operação consiste em conectar os mangotes de descarga do *manifold* a bordo do navio ao *manifold* de terra, direcionando o produto para as linhas de transferência, de acordo com o tanque que irá recebê-lo. O bombeamento é realizado pelo próprio navio quando este envia produto para o terminal.

No processo de expedição por navio, o procedimento é o mesmo aplicado no recebimento, com a operação inversa e com o bombeio através das bombas do terminal com vazão de 300 m³/h. Faz-se o carregamento de navios alinhando os tanques do terminal, através da área de bombas. No píer são conectados os mangotes do *manifold* do píer ao *manifold* do navio, a bordo do mesmo, e são acionadas as bombas do terminal, acompanhando-se o carregamento.

Ao transferir o produto para os tanques de armazenamento no terminal que passa pela área de manobras, é realizado o acionamento e controle dos equipamentos e suas funções. A equipe da operação acompanha o descarregamento junto com a equipe do píer e do terminal. Sendo que a equipe do terminal acompanha o descarregamento na área de manobras, com visita sistemática ao tanque que está recebendo o produto. Além do acompanhamento visual, faz-se o monitoramento através do sistema de medição de radar. Existem dois monitores com o panorama de todos os tanques, volume, temperatura, etc.

Concluído o descarregamento, as válvulas são fechadas e começam as operações de drenagem e limpeza da linha, com passagem de *pig* acionado por nitrogênio ou ar comprimido, dependendo das características do produto.

2.2.1.2 Modal rodoviário

A plataforma de carregamento é constituída de estruturas metálicas com cobertura para proteção das intempéries (chuvas), sendo composta também por fundações constituídas de estruturas de concreto armado, com sapatas apoiadas sobre a camada de solo resistente e já compactada.

A plataforma tem capacidade para atender 12 caminhões. Toda a plataforma de carregamento/d Descarregamento de caminhões é circundada por um sistema de contenção de vazamento para o recolhimento de material derramado, durante a operação. A plataforma de carregamento via caminhão-tanque está ilustrada na Figura 2.1 a seguir.



Figura 2.1 – Plataforma de carregamento rodoviário

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

O procedimento de descarregamento do caminhão-tanque consiste basicamente nos itens descritos a seguir:

- Verificação de segurança através do *check list* de caminhão;
- Passagem do caminhão pela pesagem;
- Posicionamento do caminhão na plataforma;
- Aterramento do caminhão;
- Conferência de informações;
- Verificação de lacres;
- Abertura de válvulas de alívio;
- Enchimento da linha de dreno do caminhão;
- Coleta de amostras;
- Conexão de mangueira de sucção da bomba.

Após a conexão da mangueira de sucção da bomba, o tanque que irá receber o produto é alinhado e logo em seguida aciona-se a bomba de transferência, através de botoeira na própria plataforma. Após o início do bombeio, o operador acompanha o descarregamento com comportamentos variáveis entre um operador e outro, uns permanecem próximo ao caminhão e

outros acompanham mais à distância, aproximando-se ao perceber o barulho de cavitação na bomba, como sinal de descarregamento concluído.

Concluído o descarregamento, a bomba é desligada, a mangueira e o dreno são desconectados. As válvulas de alívio e boca de inspeção são fechadas e o cabo terra é desconectado. Desfaz-se o alinhamento do tanque ou prossegue-se a descarga em caso de descarregamento continuado. Por fim, o caminhão é direcionado para a pesagem final.

No processo de expedição por caminhão, faz-se o carregamento de caminhão instalando o cabo terra, subindo no caminhão abrindo a boca do tanque, inspecionando visualmente seu interior, direcionando a bica de carregamento para o interior do tanque, abrindo as válvulas de alinhamento, acionando os comandos da bomba de transferência na própria plataforma e acompanhando o carregamento.

Ao final, o procedimento é idem ao descarregamento, de maneira inversa, lacram-se as válvulas da linha de descarregamento e a tampa do tanque do caminhão. Procede ainda, o controle de níveis do produto nos tanques de armazenamento, registrando os dados em formulário próprio e fornecendo os dados à supervisão de operações.

No Anexo I estão apresentados os fluxogramas de engenharia do Terminal contemplando as linhas de transferência existentes, instrumentações, tanques de armazenamento, entre outros equipamentos.

2.2.2 Sistema de armazenamento

Os tanques que compõem o Terminal serão dispostos em 8 bacias de contenção no total circundadas por diques de alvenaria, contemplando todos os 77 tanques.

Os tanques das bacias 1, 2, 3, 4 e 5 (existentes) foram construídos em aço carbono API-650, com exceção aos da bacia 5, que são construídas em aço inox ANSI 306L.

Existem 6 plataformas de carregamento de caminhão-tanque com um total de 12 baias (cada plataforma possui 2 baias).

Na Tabela 2.1 abaixo estão apresentadas as características dos tanques de armazenamento, identificação e total por bacias.

A disposição dos tanques, assim como seus TAGs de identificação e localização das bacias, além das edificações do empreendimento, plataformas de operações com caminhão-tanque e encaminhamento de linhas podem ser visualizados na planta de arranjo (*layout*) do Terminal da Adonai constante no Anexo II.

Tabela 2.1 – Tanques de armazenamento

Bacia	Número de tanques por volume (m ³)							Totalização bacia	
	600	800	1.200	1.500	2.100	3.200	4.000	Total de tanques	Volume (m ³)
Bacia 1	1	5	1	-	-	-	-	7	5.800
Bacia 2	-	-	1	8	-	-	-	9	13.200
Bacia 3	14	-	-	-	-	-	-	14	8.400
Bacia 4	-	-	11	-	-	-	-	11	13.200
Bacia 5	2	12	-	-	-	-	-	14	10.800
Bacia 6	-	-	-	2	3	4	-	9	20.000
Bacia 7	-	-	1	2	3	2	-	8	16.900
Bacia 8	-	-	-	-	1	2	2	5	16.500
Total de tanques	17	17	14	12	7	8	2	77	106.900

Fonte: Adonai.

2.2.3 Sistema de bombeio e carregamento

O sistema de bombeamento da Adonai Química S.A. são montadas em bases de concreto armado fincadas, com muretas de contenção para circunscrever a área de drenagem contaminada. Todos os tanques têm sistemas de carregamento individualizados, sendo uma bomba para cada tanque com vazão de 60 m³/h e existe uma bomba de descarga para cada plataforma de carregamento/descarregamento de caminhão-tanque com vazão de 120 m³/h. As coberturas das casas de manobras são todas em estruturas metálicas.

Nas casas de bombas estão contempladas duas bombas por bacia para o serviço de exportação de produtos ou encaminhamento para os terminais marítimos, com vazão nominal de 300 m³/h.

2.2.4 Sistema de incêndio

Os sistemas e equipamentos de prevenção e combate a incêndios foram dimensionados, de modo à melhor se enquadrarem às exigências do Decreto nº 46.076 do Estado de São Paulo, de 31 de Agosto de 2.001, através de consulta às suas Instruções Técnicas, revisadas, conforme publicação no DOE nº 045, de 09 março de 2005, em vigor desde 13 de junho de 2005.

As dependências das edificações são protegidas por extintores portáteis, hidrantes e demais itens exigidos pela legislação, dispostos de acordo com o Decreto Estadual 46.076.

O suprimento de água é feito por fonte inesgotável (mar), mediante pressurização da rede por bomba *jockey* alimentada pelo reservatório de água de serviço, com capacidade suficiente para atender a demanda necessária. A alimentação da bomba *jockey* é resguardada pela elevação dos bocais de saída do tanque de água de serviço, isto é, o bocal de saída de água de pressurização está localizado em uma elevação inferior ao bocal de sucção da bomba

de serviço, de modo que garante a reserva exclusiva de água para pressurização do sistema de combate a incêndio, por água doce.

O bombeamento de água de combate a incêndio é executado por um conjunto de 2 bombas centrífugas horizontais, acionada por motor à diesel. A especificação das bombas obedece a NFPA-20, última edição.

Cada bomba tem a capacidade de 740 m³/h a 15 kgf/cm² e sua pressão de “*shut off*” não deve exceder 120% do ponto de operação.

Todas as bombas do sistema de combate a incêndio possuem partida automática e manual, sendo que o desligamento das bombas é somente manual. Para partida automática foi instalado um pressostato provido de um *timer* no “*header*” de descarga das bombas, o qual aciona uma bomba no caso de queda de pressão na rede de água de incêndio, ocasionada pela utilização de qualquer equipamento. Caso a pressão continue a cair após um determinado tempo o pressostato acionará a bomba reserva.

A Adonai também possui sistema de incêndio interligado com o sistema de combate à incêndio da CODESP, sendo assim, caso haja necessidade há um suprimento adicional de água para combate.

2.2.5 *Pipe-racks*

Junto às bacias de tanques e casas de bombas foram construídos os “*pipe-racks*” (Figura 2.2) para a sustentação aérea das tubulações até os respectivos transbordos (rodoviário ou marítimo) os quais foram construídos sobre fundações de concreto armado e fixados sobre estaqueamento.

Estes *pipe-racks* são destinados ao suporte de tubulações para encaminhamento de produtos e utilidades, que fazem a interligação com as unidades de casas de bombas e plataforma de carregamento tanto para veículos rodoviários como para navios.



Figura 2.2 – Foto do pipe-rack

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

2.2.6 Sistemas de segurança

As operações de transferência de produtos no Terminal são praticamente manuais, pois os alinhamentos das bombas, tubulações e tanques são verificados, *in loco*, por vários operadores, que têm a responsabilidade de adotar ações preditivas, preventivas e corretivas, em todos os procedimentos adotados. Assim, os intertravamentos estão intrinsecamente ligados aos sistemas de segurança do Terminal.

Cada bomba de combate a incêndio possui um painel NFPA de controle local e um painel local com lógica implementada em relés, para o controle das bombas e *header* de água de distribuição de incêndio. Através de uma chave de duas posições instalada no frontal do painel é possível selecionar a bomba principal e a bomba reserva.

Na ocorrência de pressão baixa no *header* de distribuição de água de incêndio, detectada através de um pressostato ou na ocorrência de um acionamento da botoeira de partida locada na parte frontal do painel, a bomba principal deverá partir. O desligamento da bomba principal somente é possível através de uma botoeira instalada na parte frontal do respectivo painel NFPA. Ocorrendo falha na partida da bomba principal, detectado através de um contato de saída do painel NFPA, a partida da bomba reserva é automaticamente iniciada.

No Terminal há botoeiras locais de alarme de incêndio que são “agrupadas” e interligadas em série pelo sistema eletro-mecânico.

O controle de fluxo de recirculação das bombas se dá através de uma válvula reguladora de pressão instalada na linha de descarga.

Todos os tanques de armazenamento são equipados com anéis aspersores, que são equipamentos que irrigam com água os tanques que estão próximos dos tanques sinistrados, em caso de incêndio, evitando assim que a chama se propague. Os anéis aspersores dos tanques estão ilustrados na Figura 2.3 a seguir.



Figura 2.3 – Tanques de armazenamento com anéis aspersores

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

Outro sistema de segurança presente são os radares que são alocados em cima dos tanques. Esses equipamentos monitoram o nível de produto e temperatura de cada tanque enviando um sinal diretamente para um computador que fica em uma sala indicando o nível de cada tanque e sua respectiva temperatura. As Figuras 2.4 e 2.5 apresentam, respectivamente, a imagem do radar e do computador com a leitura dos tanques.



Figura 2.1 – Taque de armazenamento equipado com radar
Fonte: ITSEMAP-INERCO.

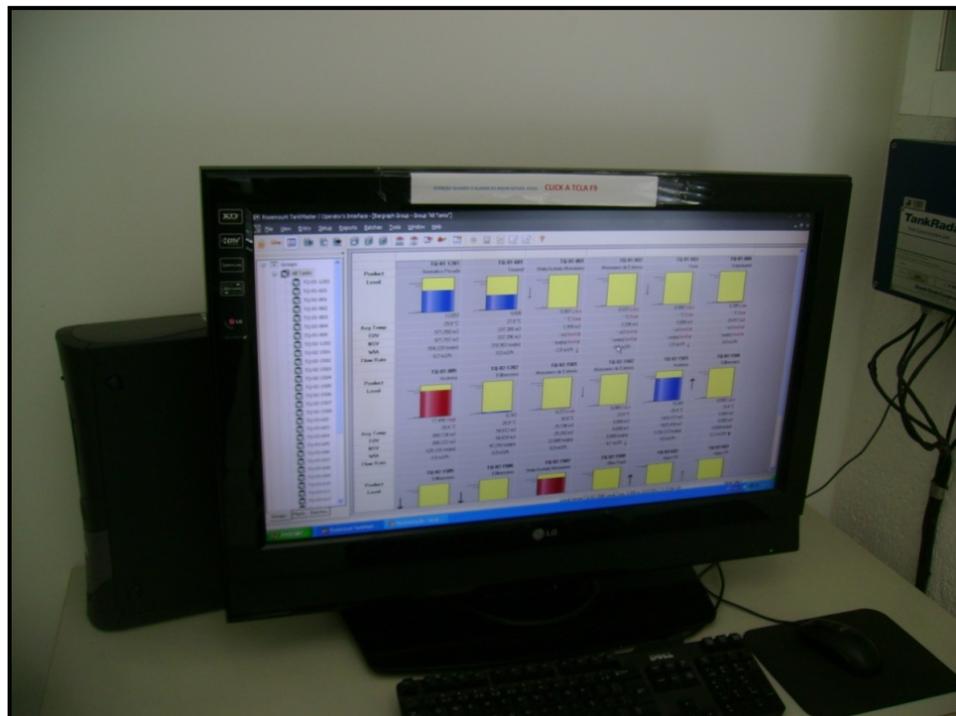


Figura 2.5 – Leitura do nível dos tanques de armazenamento
Fonte: ITSEMAP-INERCO.

2.2.7 Central de GLP

A central de GLP da Adonai Química S.A. é composta por 2 reservatórios de GLP com capacidade de 2.000 kg cada. O GLP alimenta os queimadores do Terminal através de uma linha de 2" com pressão de operação de 1,5 kgf/cm².

2.3 Produtos movimentados

Os produtos movimentados na Adonai são mantidos de acordo com os contratos firmados, levando-se em consideração as oscilações de mercado. Estes produtos permanecem estocados por tempos definidos pelo dono do produto, que "loca" os tanques. Assim, as relações de produtos, suas quantidades e movimentações são variáveis de acordo com a movimentação comercial do país, podendo-se apenas estimar uma relação de produtos com potencial para serem armazenados no Terminal.

A Tabela 2.2 apresenta a relação dos produtos que podem ser armazenados pela Adonai e as classificações de risco de cada um com base em suas respectivas Fichas de Informação de Segurança dos Produtos Químicos (FISPQs).

Tabela 2.2 – Relação dos produtos movimentados pela Adonai

Produto	Classe de produtos perigosos
Acetato de butila	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Acetato de etila	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Acetato de etilglicol	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Acetato de n-propila	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Acetato de vinila monômero	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Acetona	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Ácido 2-etil-hexanóico	-
Ácido acético	Classe 8 - Corrosivos
Ácido fórmico	Classe 8 - Corrosivos
Ácido sulfúrico	Classe 8 - Corrosivos
Aguarrás	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Álcool etílico anidro e hidratado (de cana de açúcar, mandioca, madeira e outros vegetais)	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Anidrido acético	Classe 8 - Corrosivos
Benzeno	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Butilglicol	-
Cloreto de metileno	Classe 6 - Tóxico
Diacetona álcool	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Dibutil ftalato	-
Dicloroetano	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Dietanolamina	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Dietilamina	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Dietileno glicol	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Diisopropilamina	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Dimetilamina	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Diocetilftalato	-
Estireno	Classe 3 – Líquidos inflamáveis

Tabela 2.2 – Relação dos produtos movimentados pela Adonai

Produto	Classe de produtos perigosos
Etilbenzeno	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Etilenodiamina	Classe 8 - Corrosivos
Fenol	Classe 6 - Tóxico
Gasolina (A e B)	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
GLP	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Hexametenodiamina	Classe 8 - Corrosivos
Hexileno glicol	-
iso-Butanol	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Isoforona	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
iso-Propanol	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Metanol	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Metil-etil-cetoxina	-
Metil-etil-cetona (MEK)	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Metil-isobutilcetona	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Monoetanolamina	Classe 8 - Corrosivos
Monoetilenoglicol (MEG)	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Monoisopropilamina	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Nafta (aromático pesado)	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Nafta Leve	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
n-Butanol	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Nitrato de amônio (solução de uréia)	Classe 5 – Oxidante
OE 300	-
Óleo básico S 100B	-
Óleo básico SR 130	-
Óleo bruto de amendoim	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Óleo de peixe	-
Óleo de oliva	-
Óleo diesel	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Óleo fusel	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Óleo isolante Nytro 11GBXUS	-
Óleo mineral HP-2 (destilado parafínico leve hidrotratado)	-
Óleo mineral HP-12 (óleo básico)	Classe 9 – Substâncias perigosas diversas
Óleo mineral Nytex 4700	-
Óleo mineral Nytex 5450 (destilado naftênico pesado hidrotratado)	-
Óleo mineral T-22	Classe 9 – Substâncias perigosas diversas
Soda cáustica	Classe 8 - Corrosivos
Texanol	-
Tolueno	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Trietanolamina	-
Trietilenoglicol	Classe 3 – Líquidos inflamáveis
Xilenos mistos	Classe 3 – Líquidos inflamáveis

Fonte: Adonai.

As características e propriedades físicas, químicas e toxicológicas dos produtos estão apresentadas com maiores detalhes em suas respectivas FISPQs, constantes no Anexo III deste documento.

As FISPQs destinam-se a fornecer informações sobre vários aspectos dos produtos químicos que estão presentes na indústria petroquímica, quanto à proteção à segurança, à saúde e ao meio ambiente, tendo por base uma composição média representativa para os produtos manuseados a nível nacional. As FISPQs fornecem, para esses aspectos, conhecimentos básicos sobre os produtos, recomendações sobre medidas de proteção e ações em situação de emergência.

As principais propriedades físico-químicas (para efeito do presente estudo) dos produtos relacionados na Tabela 2.2 foram comparadas com os critérios estabelecidos para a classificação das substâncias químicas quanto à periculosidade (CETESB, 2011, item 6.1.1, p. 10).

2.3.1 Nível de toxicidade dos produtos

Há quatro níveis de toxicidade, de acordo com a concentração letal 50 (CL₅₀), via respiratória, para rato ou camundongo, para substâncias que possuem pressão de vapor (Pvap) ≥ 10 mmHg a 25 °C, como apresentado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Classificação das substâncias tóxicas

Nível de toxicidade	C (ppm.h)
4 – Muito tóxica	C ≤ 500
3 - Tóxica	500 < C ≤ 5.000
2 – Pouco tóxica	5.000 < C ≤ 50.000
1 – Praticamente não tóxica	50.000 < C ≤ 150.000

Nota: C = concentração letal 50 (CL₅₀) em ppm multiplicada pelo tempo de exposição em horas.

Fonte: CETESB, 2011.

Para as substâncias cujos valores de CL₅₀ não estão disponíveis, utilizar os valores de dose letal 50 (DL₅₀) via oral para rato ou camundongo, considerando-se os mesmos valores de pressão de vapor, como apresentado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Classificação das substâncias tóxicas pelo DL₅₀

Nível de toxicidade	DL ₅₀ (mg/kg)
4 – Muito tóxica	DL ₅₀ ≤ 50
3 - Tóxica	50 < DL ₅₀ ≤ 500
2 – Pouco tóxica	500 < DL ₅₀ ≤ 5.000
1 – Praticamente não tóxica	5.000 < DL ₅₀ ≤ 15.000

Fonte: CETESB, 2011.

2.3.2 Nível de inflamabilidade dos produtos

Analogamente às substâncias tóxicas, foi adotada a classificação apresentada na Tabela 2.5 para as substâncias inflamáveis, segundo níveis de inflamabilidade.

Tabela 2.5 – Classificação de substâncias inflamáveis

Nível de inflamabilidade	Ponto de fulgor (PF) ou ponto de ebulição (PE) em °C
4 – Gás ou líquido altamente inflamável	PF ≤ 37,8 e PE ≤ 37,8
3 - Líquido facilmente inflamável	PF ≤ 37,8 e PE > 37,8
2 – Líquido inflamável	37,8 < PF ≤ 60
1 – Líquido pouco inflamável	PF > 60

Nota: Quando existirem dados de ponto de fulgor em vaso aberto e vaso fechado, utilizar o menor valor.

Fonte: CETESB, 2011.

Os comparativos, com o objetivo de subsidiar as etapas seguintes deste estudo, estão apresentados na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Propriedades físico-químicas e classificação dos produtos químicos

Produto	Densidade (kg/m ³)	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fulgor (°C)	Toxicidade	Pressão de vapor	Nível de classificação (CETESB, 2011)
Acetato de butila	878,6	126,0	21,85 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 8.000 ppm.h DL ₅₀ : 14.000 mg/kg	8,52 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -
Acetato de etila	902,0	77,0	- 4,4 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 12.800 ppm.h DL ₅₀ : 5.000 mg/kg	100 mmHg a 27 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Acetato de etilglicol	974,0	156,0	29,0	CL ₅₀ : 12.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.900 mg/kg	2 mmHg a 25 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -
Acetato de n-propila	900,0	101,6	14,4 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 32.000 ppm.h DL ₅₀ : 9.370 mg/kg	-	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Acetato de vinila monômero	930,0	73,0	-	CL ₅₀ : 12.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.920 mg/kg	-	Inflamabilidade: - Toxicidade: 2
Acetona	790,0	56,0	-18,4	CL ₅₀ : 128.000 ppm.h DL ₅₀ : 5.800 mg/kg	180 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 1
Ácido 2-etilhexanóico	908,0	228,0	114,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : s/ morte (8h) DL ₅₀ : 3.000 mg/kg	<0,075 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Ácido acético	1.049	118,3	42,3 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 5.620 ppm.h DL ₅₀ : 3.310 mg/kg	11,4 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 2 Toxicidade: 2
Ácido fórmico	1.195,0	107,3	65,0	CL ₅₀ : 29.600 ppm.h DL ₅₀ : 730 mg/kg	18,2 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: 2
Ácido sulfúrico	1.840,0	340,0	Não é inflamável	CL ₅₀ : 1.246 ppm.h DL ₅₀ : 2.140 mg/kg	-	Inflamabilidade: - Toxicidade: -
Aguarrás	860,0	150,0	35,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 600.000 ppm.h DL ₅₀ : 5.760 mg/kg	32,9 mmHg a 21,1 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 1
Álcool etílico anidro	790,0	78,4	13,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 8.000 ppm.h DL ₅₀ : 6.200 mg/kg	-	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2

Tabela 2.6 – Propriedades físico-químicas e classificação dos produtos químicos

Produto	Densidade (kg/m ³)	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fulgor (°C)	Toxicidade	Pressão de vapor	Nível de classificação (CETESB, 2011)
Álcool etílico hidratado	790,0	78,3	12,8 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 200.000 ppm.h DL ₅₀ : 7.060 mg/kg	60,0 mmHg a 26 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 1
Anidrido acético	1.080	139,0	49,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 2.400 ppm.h DL ₅₀ : 4.000 mg/kg	5,1 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 2 Toxicidade: -
Benzeno	897,0	80,1	-11,1 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 70.000 ppm.h DL ₅₀ : 5.600 mg/kg	100 mmHg a 26,1 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 1
Butilglicol	902,0	171,0	66,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 2.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.400 mg/kg	0,6 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Cloreto de metileno	1.320,0	39,8	-	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : 1.500 mg/kg	355 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: - Toxicidade: 2
Diacetona álcool	941,0	167,9	57,85 (vaso fechado)	-	1 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 2 Toxicidade: -
Dibutil ftalato	1.050,0	340,0	157,0	CL ₅₀ : 4.250 ppm.h DL ₅₀ : 8.000 mg/kg	<0,1 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Dicloroetano	1.253,0	83,5	12,8 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 4.000 ppm.h DL ₅₀ : 860 mg/kg	100 mmHg a 29,4 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 3
Dietanolamina	1.095,0	268,4	151,7 (vaso aberto)	CL ₅₀ : 16.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.300 mg/kg	11,43 mmHg a 154,4 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: 2
Dietilamina	708,0	55,5	-15,0 (vaso aberto)	CL ₅₀ : 16.000 ppm.h DL ₅₀ : 540 mg/kg	200 mmHg a 21 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Dietileno glicol	1.100,0	245,0	138,0	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : 12.565 mg/kg	<0,1 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Diisopropilamina	717,0	83,9	1,7 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 4.000 ppm.h DL ₅₀ : 700 mg/kg	72 mmHg a 24 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 3



Tabela 2.6 – Propriedades físico-químicas e classificação dos produtos químicos

Produto	Densidade (kg/m ³)	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fulgor (°C)	Toxicidade	Pressão de vapor	Nível de classificação (CETESB, 2011)
Dimetilamina	671,0	6,9	-6,6 (vaso fechado)	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : 689 mg/kg	760 mmHg a 7,4 °C	Inflamabilidade: 4 Toxicidade: 2
Diociltalato	980,0	386,0	218,3 (vaso aberto)	CL ₅₀ : 30.000 ppm.h DL ₅₀ : 15.000 mg/kg	0,31 mmHg a 171,1 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Estireno	906,0	146,2	31,1 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 40.000 ppm.h DL ₅₀ : 5.000 mg/kg	10 mmHg a 30,8 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Etilbenzeno	864,0	132,6	12,8 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 16.000 ppm.h DL ₅₀ : 3.500 mg/kg	10 mmHg a 25,9 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Etilenodiamina	909,0	117,0	37,2 (vaso aberto)	CL ₅₀ : s/ morte (7h) DL ₅₀ : 1.160 mg/kg	10 mmHg a 21,5 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Fenol	1.058,0	181,8	79,5 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 316 ppm.h DL ₅₀ : 669 mg/kg	1 mmHg a 40,1 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Gasolina (A e B)	710,0	60,0	- 37,8 (vaso fechado)	-	Não disponível	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -
GLP	580,0	> -40	-104,4 (propano) -60,0 (butano)	-	760 mmHg a - 40 °C	Inflamabilidade: 4 Toxicidade: -
Hexametileno diamina	933,0	204,5	93,0	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : 1.900 mg/kg	1,5 mmHg a 50 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Hexilenoglicol	920,1	197,5	92,8 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 1.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.080 mg/kg	0,04 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Isobutanol	802,0	107,9	27,8 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 32.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.460 mg/kg	10 mmHg a 21,7 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Isoforona	921,0	215,3	84,5 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 7.360 ppm.h DL ₅₀ : 2.330 mg/kg	1 mmHg a 38 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -



Tabela 2.6 – Propriedades físico-químicas e classificação dos produtos químicos

Produto	Densidade (kg/m ³)	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fulgor (°C)	Toxicidade	Pressão de vapor	Nível de classificação (CETESB, 2011)
Isopropanol	780,0	82,0	12,0	CL ₅₀ : 152.000 ppm.h DL ₅₀ : 4.396 mg/kg	33 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Metanol	792,0	64,7	11,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 16.000 ppm.h DL ₅₀ : 5.628 mg/kg	92 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Metil-etil-cetoxina	806,0	79,6	-6,6 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 8.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.737 mg/kg	100 mmHg a 25 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Metil-etil-cetona (MEK)	1.040,0	-	-	Pouca ou nenhuma toxicidade	-	Inflamabilidade: - Toxicidade: -
Metil-isobutilcetona	797,8	115,0	14,0 (vaso aberto)	CL ₅₀ : 8.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.080 mg/kg	15,7 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Monoetanolamina	1.016,0	170,0	85,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : 1.500 mg/kg	0,31 mmHg a 21,1 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Monoetilenoglicol (MEG)	1.115,0	198,0	118,0	-	0,06 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Monoisopropilamina	691,0	32,4	-26,1 (vaso aberto)	CL ₅₀ : 32.000 ppm.h DL ₅₀ : 820 mg/kg	499 mmHg a 21 °C	Inflamabilidade: 4 Toxicidade: 2
Nafta (aromático pesado)	900,0	112,0	4,0	-	36,8 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -
Nafta leve	690,0	40,0	< 18,0	-	323,6 mmHg	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -
n-Butanol	810,0	117,7	36,3 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 96.000 ppm.h DL ₅₀ : 2.290 mg/kg	4,2 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -
Nitrato de amônio (solução de uréia)	1.720,0	-	Não é inflamável	-	-	Inflamabilidade: - Toxicidade: -

Tabela 2.6 – Propriedades físico-químicas e classificação dos produtos químicos

Produto	Densidade (kg/m ³)	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fulgor (°C)	Toxicidade	Pressão de vapor	Nível de classificação (CETESB, 2011)
OE 300	943,5	281,5	-	CL ₅₀ : 31.800 ppm.h DL ₅₀ : 3.200 mg/kg	0,01 mmHg a 25 °C	Inflamabilidade: - Toxicidade: -
Óleo básico S 100B	900,0	>250,0	>210,0 (vaso fechado)	Baixa toxicidade	1,2 mmHg a 100 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo básico SR 130	900,0	>250,0	>220,0 (vaso fechado)	Baixa toxicidade	1,2 mmHg a 100 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo bruto de amendoim	914,0	-	282,4 (vaso fechado)	-	-	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo de oliva	914,0	-	225,0	-	-	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo de peixe	900,0	>200,0	>160,0	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : >2.000 mg/kg	<0,075 mmHg	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo diesel	841,0	288,0	38,0 ⁽¹⁾ (vaso fechado)	-	2,17 mmHg a 21,1 °C	Inflamabilidade: 2 ⁽¹⁾ Toxicidade: -
Óleo fusel	815,0	133,2	33,0 (vaso fechado)	Baixa toxicidade	2,2 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -
Óleo isolante Nytro 11GBXUS	882,0	>248,9	150,0	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : >5.000 mg/kg	1,2 mmHg a 100 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo mineral HP-2	Não disponível	>300,0	>150,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : >5.000 mg/kg	1,2 mmHg a 100 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo mineral HP-12 (óleo básico)	875,0	>400,0	247,0	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : >5.000 mg/kg	<0,3 mmHg a 100 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo mineral Nytex 4700	940,0	>250,0	>210,0 (vaso fechado)	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : >5.000 mg/kg	-	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -

Tabela 2.6 – Propriedades físico-químicas e classificação dos produtos químicos

Produto	Densidade (kg/m ³)	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de fulgor (°C)	Toxicidade	Pressão de vapor	Nível de classificação (CETESB, 2011)
Óleo mineral Nytex 5450	951,0	>300,0	>194,4 (vaso fechado)	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : >5.000 mg/kg	<0,1 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Óleo mineral T-22	901,0	>250,0	178,0	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : >5.000 mg/kg	1,2 mmHg a 100 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Soda cáustica	1.530,0	140,0	Não é inflamável	-	13 mmHg a 60 °C	Inflamabilidade: - Toxicidade: -
Texanol	950,0	254,0	120,0 (vaso aberto)	CL ₅₀ : 21.300 ppm.h DL ₅₀ : 1.600 mg/kg	0,01 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Tolueno	867,0	110,6	4,4 (vaso fechado)	CL ₅₀ : 16.000 ppm.h DL ₅₀ : 5.000 mg/kg	40 mmHg a 31,8 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: 2
Trietanolamina	1.130	Decompõe	179,6 (vaso fechado)	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : 8.680 mg/kg	1,03 mmHg a 160 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Trietilenoglicol	1.125	288,0	165,7 (vaso fechado)	CL ₅₀ : - DL ₅₀ : 17.000 mg/kg	1 mmHg a 114 °C	Inflamabilidade: 1 Toxicidade: -
Xilenos mistos	860,0	137,0	29,0	CL ₅₀ : 20.000 ppm.h DL ₅₀ : 4.300 mg/kg	8 mmHg a 20 °C	Inflamabilidade: 3 Toxicidade: -

Nota 1: O óleo diesel apesar de apresentar nível de inflamabilidade 2 em função de se ponto de fulgor, por esse estar praticamente na interface de classificação dos níveis 2 e 3 (diferença de 0,2 °C), para efeitos de análise de risco o produto foi considerado como líquido facilmente inflamável (nível 3 de inflamabilidade).

Observação: As pressões de vapores que estão abaixo dos critérios considerados pelo Órgão Ambiental estão destacadas em vermelho, não sendo levado em consideração o nível de toxicidade dos respectivos produtos.

Fonte: FISPQs (Anexo III).

A relação dos produtos apresentada contém um total de 68 produtos, sendo que dentre estes 31 são considerados como de interesse para a análise dos riscos em função dos níveis de inflamabilidade ou toxicidade (níveis 3 e 4).

Destes 31 produtos, todos foram classificados como de interesse em função de suas características inflamáveis. Apenas dois produtos (dicloetano e diisopropilamina) apresentaram, segundo os critérios de análise, características tóxicas de certa relevância. Em ambos os casos os dados de CL₅₀ estão próximos do limiar entre substâncias tóxicas (nível 3) e pouco tóxicas (2) e em relação ao DL₅₀, ambas são pouco tóxicas.

Na Tabela 2.2, baseada nas FISPQs dos produtos extraídas do Manual de Produtos Químicos da CETESB (CETESB, 2015), pode-se verificar que os referidos produtos são classificados como líquidos inflamáveis apenas (Classe 3), por esta ser a característica crítica predominante nestes produtos.

Desta forma, para a etapa quantitativa do estudo foram selecionados os produtos destacados na Tabela 2.6 e analisados com base em suas características inflamáveis.

2.4 Caracterização da região e do entorno

A Ilha de Barnabé está localizada aproximadamente a 26 km do município de Santos. O Terminal é composto de duas áreas na Ilha Barnabé: uma área de 20.000 m² (conforme Contrato PRES/003.98 da CODESP) e outra de 7.495,80 m² (conforme primeiro Aditamento do Contrato PRES/003.98 da CODESP), separadas por ruas internas da CODESP e uma faixa de passagem para as tubovias de interligação com o cais.

O terreno encontra-se em nível elevado em relação à cota atual das ruas existentes que o circundam, em aproximadamente 1,0 m. Todas as edificações que existiam na área foram demolidas e os tanques e tubulações de produtos retirados do local.

O município de Santos pertence a Região Metropolitana da Baixada Santista, localizado a 77 km de São Paulo, capital do Estado. Está situado nas coordenadas geográficas de 25°56'13" de latitude Sul e 46°19'30" de longitude Oeste, a uma altitude de 2 metros em relação ao nível do mar e clima tropical.

O município limita-se com as cidades de Santo André, Mogi das Cruzes, Bertioga, Guarujá, São Vicente e Cubatão.

O município tem como principais rodovias de acesso a SP-055 (Rodovia Cônego Domênico Rangoni), Rodovia Anchieta e a Rodovia dos Imigrantes. A Figura 2.6 mostra a localização do município e suas principais rodovias.

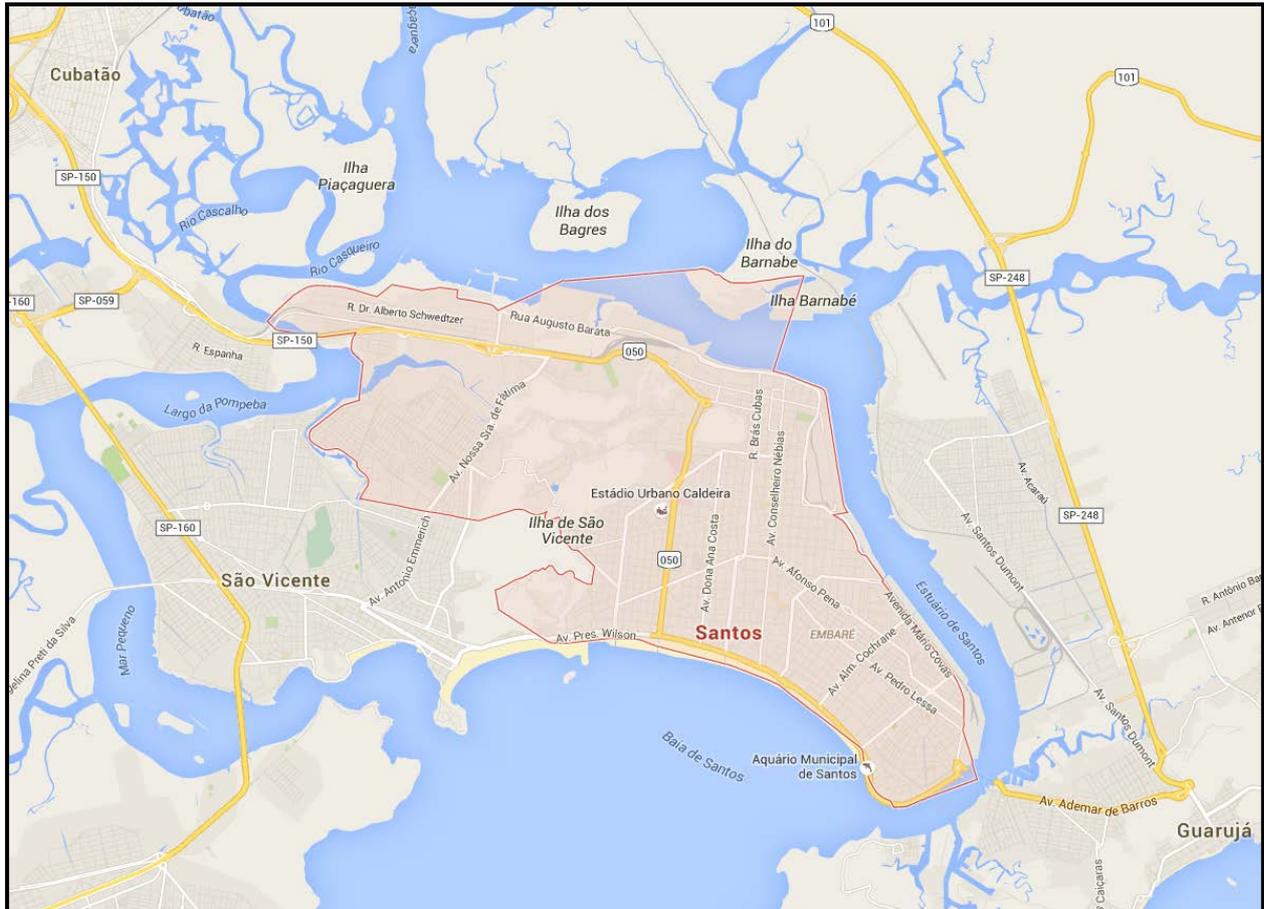


Figura 2.6 - Mapa de localização do município de Santo – SP e principais rodovias de acesso.

Fonte: Google Maps, 2015.

A população estimada, a área da unidade territorial e a densidade demográfica, segundo o IBGE/2014, são apresentadas a seguir na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 - Dados populacionais do município de Santos

Município	Área (km ²)	População	Densidade demográfica (hab/km ²)
Santos	280,67	433.565	1.544,3

Fonte: IBGE, 2014.

2.4.1 Características populacionais

A Adonai situa-se na Ilha Barnabé, numa área estritamente industrial, tendo nas suas proximidades as empresas AGEO, Granel Química e AGEO Norte (antiga COPAPE), pertencentes ao mesmo ramo de atividades da Adonai e que podem ser visualizadas na imagem de satélite do Anexo IV.

A Tabela 2.8 mostra a distribuição dos funcionários das empresas circunvizinhas a Adonai levantadas durante visita a campo, bem como a população flutuante das mesmas cujos

dados foram fornecidos pela Associação Brasileira de Terminais Líquidos (ABTL) com base em sua última atualização.

Tabela 2.8 – Distribuição da população fixa e flutuante dos Terminais da Ilha Barnabé

Empresa	População fixa (funcionários)		População flutuante		
	Período diurno	Período noturno	Contratados permanentes	Contratados esporádicos	Motoristas (dia)
AGEO Terminais	130	10	683	110	95
AGEO Norte (antiga Copape)	70	5	184	100	100
Granel Química Ltda.	87	4	43	20	45

Fonte: ITSEMAP-INERCO. ABTL, 2014.

As definições utilizadas para contratados permanentes e contratados esporádicos são apresentadas a seguir:

- Contratados permanentes – são os colaboradores cadastrados nas portarias que possuem contrato permanente com as empresas e esporadicamente se apresentam para a realização de serviços gerais tais como manutenção, serviços de TI, vendas, etc, e passam no máximo 1 dia em suas dependências. Desta forma este número de pessoas agrega ao longo do ano, em média, 1 pessoa a mais na empresa. A probabilidade, em média ao longo do ano, de se ter mais de 1 contratado permanente por dia na empresa é mínima;
- Contratados esporádicos – são os colaboradores cadastrados nas portarias que são contratados quando de um serviço esporádico nas empresas como, por exemplo, a realização de um estudo de risco, algum tipo de treinamento, etc. São profissionais que têm o tempo de permanência reduzido e passam no máximo 1 dia nas dependências da empresa. A probabilidade, em média ao longo do ano, de se ter mais de 1 contratado esporádico nas empresas é mínimo.

2.4.2 Características climáticas e meteorológicas

Para o presente trabalho, foi realizado um levantamento dos dados meteorológicos/ climatológicos existentes ao longo da área de influência onde está inserido o Terminal da Adonai considerando os seguintes critérios:

- Localização da estação meteorológica;
- Tipos de parâmetros monitorados;
- Período de monitoramento de dados.

Desta forma, buscou-se identificar as estações com melhor disponibilidade de dados meteorológicos, os quais, normalmente são gerados por estações automáticas.

Uma vez que a região ainda não está coberta pelo Sistema Ambiental Paulista (DATAGEO) e visto que as estações meteorológicas da região e proximidades (p.e. a estação pertencente ao Comando da Aeronáutica na Base Aérea de Santos) não apresentam todos os dados necessários para a realização do presente estudo disponíveis, conforme estabelece a Norma CETESB P4.261/2011, devendo os dados serem provenientes de uma única estação, foi considerado o padrão meteorológico recomendado pela referida norma (CETESB, 2011, item 7.4.1.1, p. 22), apresentado a seguir nas Tabelas 2.9.

Tabela 2.9 – Dados meteorológicos de referência

Parâmetro	Período diurno	Período noturno
Temperatura média do ar	25,0 °C	20,0 °C
Temperatura do solo	30,0 °C	20,0 °C
Umidade média do ar	80,0 %	80,0 %
Velocidade média do vento	3,0 m/s	2,0 m/s
Estabilidade atmosférica	C	E
Direção do vento ⁽¹⁾	12,5%	12,5%

Nota 1: Percentual de direção de vento distribuído uniformemente em 8 direções.
Fonte: CETESB, 2011.



3. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

Este capítulo contempla a etapa de identificação dos perigos associados às operações que envolvem os produtos inflamáveis selecionados no Capítulo 2 (ver Tabela 2.6) decorrente das atividades desenvolvidas pela Adonai, objeto deste EAR.

3.1 Análise Preliminar de Perigos – APP

Trata-se de uma técnica estruturada que tem por objetivo identificar os perigos presentes numa instalação, ocasionados por eventos indesejáveis. A APP focaliza os eventos perigosos cujas falhas têm origem na instalação em análise, contemplando tanto as falhas intrínsecas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, como erros humanos.

A APP foi elaborada através do preenchimento de uma planilha específica, apresentada na Figura 3.1, cuja explicação de seus campos está apresentada na sequência:

- **Sistema:** Etapa do processo analisada;
- **Perigo:** evento que define a hipótese acidental e está normalmente associado a uma ou mais condições com potencial de causar danos às pessoas, ao patrimônio, ao meio ambiente e conseqüentemente à imagem da empresa;
- **Causas:** fatos geradores dos eventos acidentais descritos na coluna “Perigo”, que geralmente estão associados à ocorrência de falhas intrínsecas em equipamentos ou com a execução de procedimentos errados / inadequados (falhas operacionais / erros humanos);
- **Conseqüências:** possíveis efeitos associados a um determinado perigo, cuja análise pode abranger tanto as pessoas expostas, instalações, meio ambiente e imagem;
- **Danos externos:** estimativa da possibilidade do evento causar danos em áreas externas à do empreendimento em função do cenário estudado, localização e nível de vazamento em análise, tem por base as simulações realizadas na etapa quantitativa do estudo;
- **Proteções existentes:** meios ou instrumentos de detecção e salvaguardas contra vazamentos ou efeitos físicos provenientes dos vazamentos;
- **Observações (O) / Recomendações (R):** observações pertinentes ao perigo e respectivos cenários acidentais, sistemas de segurança existentes ou recomendações para o gerenciamento dos riscos associados.

APP – ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS						
Empresa: Adonai Química S/A.		Sistema:		Data:	Folha:	
Referência:			Revisão:			
Nº de ordem	Perigo	Causas	Consequências	Danos externos?	Proteções existentes	Observações (O) / Recomendações (R)

Figura 3.1 – Modelo de planilha de APP

Fonte: ITSEMAP-INERCO “adaptado de” *Department of Defense of United States of America*, 2012.

As planilhas da APP preenchidas encontram-se no anexo V. Os eventos identificados na APP estão associados a diferentes tipos de liberação de produtos inflamáveis, ou seja, ocorrência de vazamentos em recipientes utilizados para armazenamento (tanques, vasos), sistemas de transferência (linhas de processo, mangotes, braços de carregamento, bombas) e meios de abastecimento (caminhões-tanques).

Devido a gama de produtos movimentada na Adonai os mesmos foram agrupados por tipos semelhantes. Uma vez que todos os produtos são líquidos inflamáveis, com exceção do GLP que é um gás liquefeito, foram utilizadas como base as premissas da Norma CETESB P4.261/2011, mais especificamente as presentes nos Quadros 5 e 11, pp. 12 e 24, respectivamente, e no Anexo B da referida norma.

Dessa forma os produtos foram agrupados de acordo com o exposto na Tabela 3.1 a seguir.

Tabela 3.1 – Agrupamento dos produtos

Produto movimentado pela Adonai	Nível de inflamabilidade (CETESB, 2011)	Produto representativo (APP e simulação)	Referência
Acetato de butila	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Acetato de etila	3	Benzeno	Anexo B (CETESB, 2011)
Acetato de etilglicol	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Acetato de n-propila	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Acetona	3	Acetona	Anexo B (CETESB, 2011)
Aguarrás	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Álcool etílico anidro	3	Etanol	Anexo B (CETESB, 2011)
Álcool etílico hidratado	3	Etanol	Anexo B (CETESB, 2011)
Benzeno	3	Benzeno	Anexo B (CETESB, 2011)
Dicloroetano	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Dietilamina	3	n-Pentano	Anexo B (CETESB, 2011)
Diisopropilamina	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Dimetilamina	4	n-Pentano	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Estireno	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Etilbenzeno	3	Benzeno	Anexo B (CETESB, 2011)
Etilenodiamina	3	Benzeno	Anexo B (CETESB, 2011)
Gasolina	3	n-Hexano	Quadro 11 (CETESB, 2011)
GLP	4	Propano	Quadro 11 (CETESB, 2011)
Isobutanol	3	Etanol	Grupo dos alcoóis
Isopropanol	3	Etanol	Grupo dos alcoóis
Metanol	3	Metanol	Anexo B (CETESB, 2011)
Metil-etil-cetoxina	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Metil-isobutilcetona	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Monoisopropilamina	4	n-Pentano	Anexo B (CETESB, 2011)
Nafta (aromático pesado)	3	n-Pentano	Quadro 11 (CETESB, 2011)

Tabela 3.1 – Agrupamento dos produtos

Produto movimentado pela Adonai	Nível de inflamabilidade (CETESB, 2011)	Produto representativo (APP e simulação)	Referência
Nafta leve	3	n-Pentano	Quadro 11 (CETESB, 2011)
n-Butanol	3	Etanol	Grupo dos alcoóis
Óleo diesel	2	n-Nonano	Quadro 11 (CETESB, 2011)
Óleo fusel	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Tolueno	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)
Xileno mistos	3	Benzeno	Quadro 5 (CETESB, 2011)

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

Conforme a Tabela 3.1 os produtos foram reunidos em 8 grupos representativos (acetona, benzeno, etanol, metanol, n-hexano, n-nonano, n-pentano e propano). Este agrupamento levou em consideração o recomendado pelo Órgão Ambiental (CETESB, 2011) em concordância com o banco de produtos disponível no *software* de simulação (ver Capítulo 4), subsidiando a etapa quantitativa do estudo para melhor representatividade das hipóteses acidentais.

3.2 Principais causas

Durante o processo de elaboração da APP foi verificada a pertinência de uma série de causas possíveis de levar a concretização das hipóteses acidentais identificadas, sendo elas apresentadas a seguir, levando em conta, por exemplo, condições de operação e manutenção.

a) Durante a manutenção

Dentro desta classificação estão incluídos vazamentos causados por quebra ou falhas no sistema de bloqueio de fluxo de válvulas, sistemas de despressurização, drenagem ou purga de equipamentos, antes ou durante as atividades de manutenção, como por exemplo, *vents* ou drenos mal dimensionados ou parcialmente emperrados, implicando em liberação para o ambiente, falha em flange cego, posição incorreta de válvula de isolamento, operação incorreta de válvula, etc.

b) Falha latente introduzida durante a manutenção

Estes eventos causam vazamentos pela montagem e instalação incorreta de equipamentos que, permanecem funcionando, apresentando a falha algum tempo depois, como por exemplo, ajuste incorreto de gaxeta, desalinhamento de faces de flange durante encaixe de parafusos, torque incorreto em parafusos, válvulas deixadas na posição incorreta após manutenção, escolha incorreta de dispositivos de selagem, etc.

c) Falha durante a operação normal

Estes eventos incluem falhas cometidas durante a operação normal, tais como válvulas mantidas abertas após tomada de amostras, válvulas de bloqueio ou drenos mantidos na

posição aberta após a remoção de conexões temporárias, uso de mangueiras incorretas, alinhamento incorreto de linhas de produtos para recipientes ou sistemas incompatíveis, respiros de tanques fechados durante redução do nível do mesmo, inserção incorreta de parâmetros operacionais. Esta categoria de vazamento representa operações manuais restritas, realizadas enquanto o sistema opera.

d) Falhas técnicas ou físicas

As causas dessa natureza têm a ver com a degradação das propriedades do material, significando perda de integridade pela falha do equipamento que, originalmente, era adequado ao serviço e era operado corretamente, como por exemplo, a perda de flexibilidade em gaxetas, falha de vedação, erosão, corrosão, fadiga, vibração, etc.

e) Distúrbios no processo

Estes eventos correspondem a distúrbios como sobrepressão, baixa pressão, transbordamento, alta temperatura, etc.

f) Eventos externos

Estes eventos ocorrem quando cargas mecânicas induzem estresse ao equipamento ou linha, que excede os limites das propriedades do material. Basicamente são queda de carga, colisões e impactos mecânicos de maneira geral.

g) Clima e relevo

Estes eventos estão associados a fenômenos meteorológicos (descargas atmosféricas, ventos fortes, inundações, granizo) e movimentação de solo (erosão, excesso de carga, terremotos).

h) Falta de inspeção e/ou manutenção

Estes eventos ocorrem devido a não observância de planos de inspeção ou manutenção de equipamentos, máquinas e instrumentação de controle relacionados às atividades do empreendimento, ou então, quando na presença dos referidos planos, os eventos podem ser ocasionados pelo não cumprimento de prazos e cronogramas, principalmente relacionados às manutenções preditivas e preventivas.

3.3 Consolidação das hipóteses acidentais

Para a etapa quantitativa da presente análise de riscos, iniciando-se a partir das simulações dos vazamentos (Capítulo 4) foram levadas em consideração todas as hipóteses que envolvem vazamentos dos produtos identificadas na APP, resumidas na Tabela 3.2, onde estão associados os níveis de dano associado a cada hipótese de modo a subsidiar a próxima etapa do estudo.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
Sistema do grupo de produtos representados pela acetona		
H001	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H002	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H003	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H004	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H005	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H006	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H007	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H008	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H009	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H010	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H011	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H012	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H013	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H014	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H015	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H016	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H017	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H018	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H019	Ruptura	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H020	Furo	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
Sistema do grupo de produtos representados pelo benzeno		
H021	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H022	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H023	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H024	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H025	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H026	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H027	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H028	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H029	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H030	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H031	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H032	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H033	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H034	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H035	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H036	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H037	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H038	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H039	Ruptura	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
H040	Furo	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
Sistema do grupo de produtos representados pelo etanol		
H041	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H042	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H043	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H044	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H045	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H046	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H047	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H048	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H049	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H050	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H051	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H052	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H053	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H054	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H055	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H056	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H057	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H058	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H059	Ruptura	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
H060	Furo	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
Sistema do grupo de produtos representados pelo metanol		
H061	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H062	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H063	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H064	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H065	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H066	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H067	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H068	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H069	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H070	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H071	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H072	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H073	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H074	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H075	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H076	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H077	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H078	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H079	Ruptura	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
H080	Furo	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-hexano		
H081	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H082	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H083	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H084	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H085	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H086	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H087	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H088	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H089	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H090	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H091	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H092	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H093	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H094	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H095	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H096	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H097	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H098	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H099	Ruptura	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
H100	Furo	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-nonano		
H101	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H102	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H103	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H104	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H105	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H106	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H107	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H108	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H109	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H110	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H111	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H112	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H113	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H114	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H115	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H116	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H117	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H118	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H119	Ruptura	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
H120	Furo	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-pentano		
H121	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H122	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.
H123	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H124	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H125	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H126	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.
H127	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H128	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.
H129	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H130	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.
H131	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H132	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.
H133	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.
H134	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H135	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H136	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.
H137	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H138	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.
H139	Ruptura	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
H140	Furo	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.
Armazenamento		
H141	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.
H142	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.
H143	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.
H144	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.
H145	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.
H146	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.
H147	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.
H148	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.
H149	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.
H150	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.
H151	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.
H152	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.
H153	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.
H154	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.
H155	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.
H156	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.
H157	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.
H158	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.
H159	Ruptura	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.
H160	Transbordo	Transbordamento dos tanques de acetona das bacias de 1 a 8.
H161	Transbordo	Transbordamento dos tanques de benzeno das bacias de 1 a 8.
H162	Transbordo	Transbordamento dos tanques de etanol das bacias de 1 a 8.
H163	Transbordo	Transbordamento dos tanques de metanol das bacias de 1 a 8.
H164	Transbordo	Transbordamento dos tanques de n-hexano das bacias de 1 a 8.
H165	Transbordo	Transbordamento dos tanques de n-nonano das bacias de 1 a 8.
H166	Transbordo	Transbordamento dos tanques de n-pentano das bacias de 1 a 8.
Caminhões-tanque		
H167	Ruptura	Ruptura do caminhão-tanque de acetona.
H168	Ruptura	Ruptura do caminhão-tanque de benzeno.

Tabela 3.2 – Hipóteses acidentais selecionadas para a etapa de simulação dos vazamentos

Nº da hipótese	Nível de dano	Descrição da hipótese
H169	Ruptura	Ruptura do caminhão-tanque de etanol.
H170	Ruptura	Ruptura do caminhão-tanque de metanol.
H171	Ruptura	Ruptura do caminhão-tanque de n-hexano.
H172	Ruptura	Ruptura do caminhão-tanque de n-nonano.
H173	Ruptura	Ruptura do caminhão-tanque de n-pentano.
Sistema de GLP		
H174	Ruptura	Grande liberação de GLP na linha de 2" de alimentação dos queimadores.
H175	Furo	Pequena liberação de GLP na linha de 2" de alimentação dos queimadores.
H176	Ruptura	Ruptura catastrófica do reservatório de GLP.
H177	Abertura total	Liberação de GLP bifásico (<i>two-phase</i>) pela PSV do reservatório.

Fonte: ITSEMAP-INERCO.



4. ESTIMATIVA DOS EFEITOS FÍSICOS E AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE

Esse capítulo contempla a simulação dos efeitos físicos e a análise de vulnerabilidade para as hipóteses acidentais relacionadas a vazamentos de produtos inflamáveis que eventualmente venham a ocorrer durante as operações do Terminal da Adonai.

As hipóteses acidentais selecionadas no Capítulo 3 geram diferentes tipologias acidentais (cenários), de acordo com as características e o comportamento dos produtos analisados quando liberado no meio ambiente.

Para as simulações das hipóteses acidentais consideradas no presente estudo, foi utilizado o PHAST (*Process Hazard Analysis Software Tools*), versão 6.7 de 2012, desenvolvido pela DNV-Technica.

As hipóteses estudadas foram caracterizadas considerando os seguintes aspectos:

- a) Características da liberação, como área do furo e tipo de liberação;
- b) Quantidade e fluxo mássico da liberação;
- c) Duração da liberação;
- d) Altura da fonte de escape;
- e) Características meteorológicas, como velocidade do vento, pressão atmosférica, temperatura ambiente e umidade relativa do ar;
- f) Fator de rugosidade do terreno.

4.1 Fenômenos estudados

De acordo com as características físico-químicas das substâncias e a presença de fontes de ignição, poderá haver um desencadeamento de situações acidentais. Os cenários acidentais descritos referem-se às características de líquidos inflamáveis e gases inflamáveis liquefeitos.

Os cenários acidentais provenientes de ignição imediata ocorrem de acordo com o tipo de liberação considerada: vazamentos instantâneos ou vazamentos contínuos. Os vazamentos instantâneos caracterizam-se pela liberação de todo o inventário armazenado no sistema em análise, instantaneamente. Os vazamentos contínuos caracterizam-se pelo vazamento ao longo do tempo, com a taxa de vazamento variante até que todo o inventário armazenado seja vazado.

4.1.1 Líquido inflamável

O vazamento de um líquido inflamável faz com que, num primeiro momento, o produto se espalhe pelo solo formando uma poça, cujas dimensões dependerão da taxa de

alimentação (vazão da liberação), das características da substância, do tipo de solo e da presença de obstáculos, como por exemplo, diques de contenção.

O fenômeno seguinte à formação da poça é a evaporação do produto, cuja taxa depende do tamanho da poça, da troca térmica com o ar e o solo, da velocidade do vento, do tipo de solo e das características da substância (volatilidade).

Uma vez formada a nuvem em condições inflamáveis, esta ao encontrar uma fonte de ignição poderá gerar dois fenômenos: incêndio em nuvem (*flashfire*) e explosão da nuvem de vapor não confinada (*unconfined vapor cloud explosion – UVCE*).

O *flashfire* é a ignição retardada de uma nuvem de vapor sem efeitos de sobrepressão, porém com efeitos térmicos, e a *UVCE* é a ignição retardada de uma nuvem de vapor onde ocorrem efeitos significativos de sobrepressão, gerando danos às pessoas, equipamentos e edificações.

No *flashfire* ocorre a ignição da massa de vapor sem uma considerável emissão de radiação térmica ao longo da distância. Portanto, a menos que haja um indivíduo dentro da área ocupada pela mistura inflamável, este evento não traz maiores consequências à população circunvizinha.

A ocorrência de uma explosão de nuvem na atmosfera está diretamente relacionada com a massa de produto existente entre os limites de inflamabilidade na nuvem de vapor e ao seu grau de confinamento.

Conforme conceito anterior, os dois fenômenos estão relacionados, ou seja, uma *UVCE* não ocorre sem que o *flashfire* tenha ocorrido e eventos com ocorrência de *flashfire* podem ou não gerar *UVCE*.

A Figura 4.1 mostra a árvore de eventos para a situação descrita.

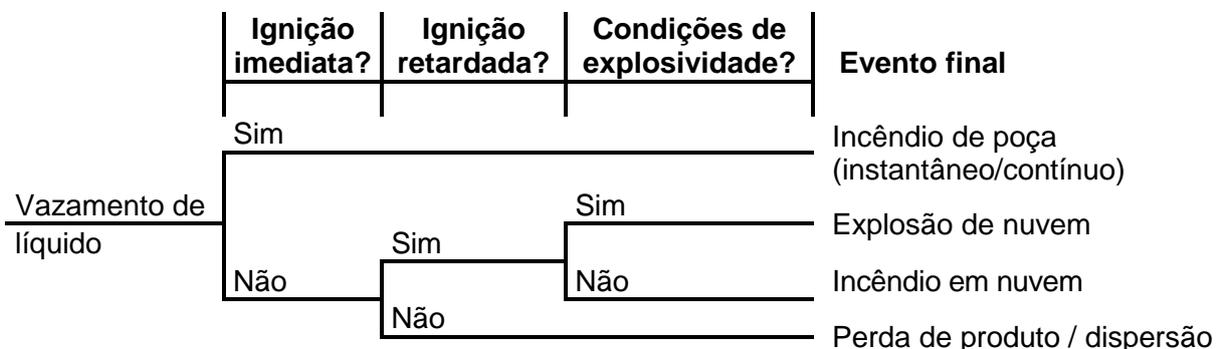


Figura 4.1 – Árvore de eventos para vazamento de líquido inflamável

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

4.1.2 Gás inflamável liquefeito

Nos vazamentos instantâneos, o fenômeno proveniente de ignição imediata é a bola de fogo (*fireball*). Este cenário acidental se verifica quando o volume de vapor inflamável, inicialmente comprimido num recipiente, escapa repentinamente para a atmosfera e, devido à despressurização, forma um volume esférico de gás, cuja superfície externa queima, enquanto a massa inteira se eleva por efeito da redução da densidade provocada pelo superaquecimento.

Nos vazamentos contínuos, a alta velocidade de um gás ou vapor sob pressão acarreta a formação de um jato que arrasta grande quantidade de ar devido à sua turbulência. De modo geral, sempre que a pressão do produto estiver pelo menos duas vezes acima da pressão ambiente haverá a formação do jato. Apesar da resistência do ar ao escoamento, a velocidade de saída do produto pode atingir centenas de metros por segundos (condições críticas). Tal velocidade é máxima ao longo do eixo da saída e diminui à medida que se afasta da fonte. Não há influência da velocidade do vento uma vez que esta é bem inferior à velocidade do jato.

Uma vez formado o jato de produto, se uma fonte de ignição estiver próxima e a concentração do produto estiver entre os limites de inflamabilidade haverá a formação de uma chama característica, denominada jato de fogo (*jet fire*).

Para os dois tipos de vazamentos (contínuos e instantâneos), no caso de não ocorrer ignição imediata, pode-se estudar o comportamento da nuvem de vapor na atmosfera e a possibilidade de ignição (ignição retardada), gerando tipologias acidentais.

Uma vez formada a nuvem em condições inflamáveis, esta ao encontrar uma fonte de ignição poderá gerar os fenômenos de incêndio em nuvem e explosão da nuvem de vapor não confinada. A partir desse ponto os fenômenos são semelhantes aos mencionados para ocorrências com líquidos inflamáveis.

A Figura 4.2 mostra a árvore de eventos para a situação descrita.

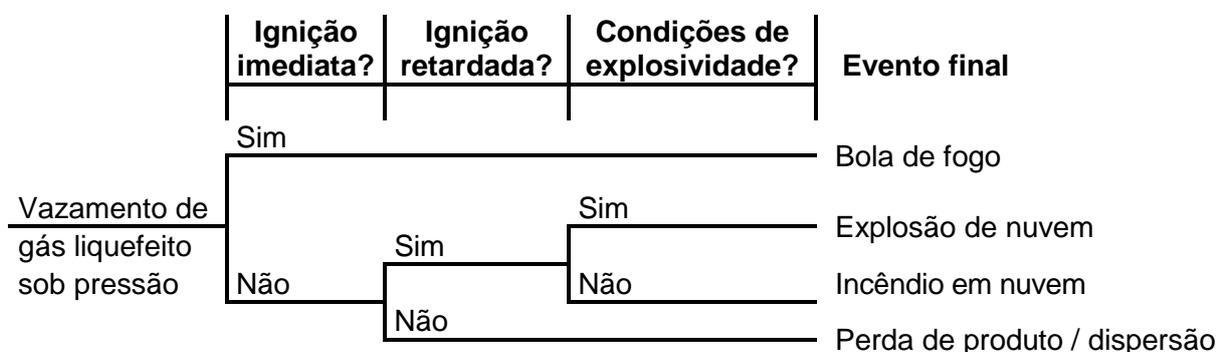


Figura 4.2 – Árvore de eventos para vazamento de gás inflamável liquefeito

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

4.2 Premissas dos modelos de simulação

Nesta seção são apresentadas algumas considerações sobre os dados de entrada das simulações.

4.2.1 Produtos de referência

As simulações realizadas buscaram representar os produtos movimentados nas instalações pertinentes às hipóteses de interesse para a etapa quantitativa, definidas no Capítulo 3. Para isso foram utilizados nas simulações os produtos de referência contemplados na Tabela 4.1 a seguir, com base no que foi definido na Tabela 3.1 do Capítulo 3, conforme recomendado pela Norma P4.261 da CETESB.

Tabela 4.1 – Relação de produtos utilizados como referência

Produto movimentado na Adonai	Total de produtos	Produto de referência
Acetona	1	Acetona
Acetatos (butila, etila, etilglicol, n-propila), aguarrás, benzeno, dicloroetano, diisopropilamina, estireno, etilbenzeno, etilenodiamina, metil-etil-cetoxina, metil-isobutilcetona, óleo fusel, tolueno e xilenos mistos	16	Benzeno
Álcool etílico (anidro e hidratado), isobutanol, isopropanol e n-butanol	5	Etanol
Metanol	1	Metanol
Gasolina	1	n-Hexano
Óleo diesel	1	n-Nonano
Dietilamina, dimetilamina, monoisopropilamina e nafta (pesada e leve)	5	n-Pentano
GLP	1	Propano

Fonte: CETESB, 2011.

4.2.2 Tamanho dos furos

A magnitude de um vazamento está associada ao tamanho do furo. As hipóteses relacionadas com liberações de produto em linhas foram simuladas com as dimensões do ponto de vazamento da seguinte forma:

- 100% do diâmetro da tubulação para rupturas totais;
- 10% do diâmetro nominal da tubulação (até o limite de 50 mm) para vazamentos provenientes de rupturas parciais (fendas, trincas, furos).

Essas premissas utilizadas para determinação das dimensões dos vazamentos foram baseadas nos dados estatísticos evidenciados no Bevi, 2009, Tabela 27, p.42.

4.2.3 Modelos de simulação

As simulações foram realizadas de modo a representar de forma mais aproximada possível a hipótese acidental identificado previamente. Para isso, os seguintes modelos de simulação foram utilizados para representar cada caso evidenciado no presente estudo:

- *Line rupture* (ruptura de linha) – utilizado para a representação das hipóteses de tubulações curtas, linhas de transferência dentro de uma instalação, ou casos onde o reservatório de produto influencia na dinâmica do vazamento de trechos de linha relativamente próximos e conectados, obviamente, ao mesmo;
- *Leak* (vazamento) – utilizado para a representação das hipóteses de rupturas parciais (fendas ou furos nas tubulações);
- *Catastrophic rupture* (ruptura catastrófica) – utilizado para a representação das hipóteses de ruptura dos reservatórios de armazenamento de produto, incluindo veículos-tanque. Este modelo também foi utilizado para representar um possível inventário vazado nas hipóteses de transbordamento (disponibilidade de uma poça de produto na área dos tanques);
- *Relief valve* (válvula de alívio) – utilizado para a representação das hipóteses de abertura indevida das válvulas de alívio dos reservatórios (as que são direcionadas para a atmosfera);
- *Discharge* (descarga) – modelo criado a partir do modelo *line rupture*, utilizado para as hipóteses de vazamento em trechos após bombeamento, onde a influência da bomba é determinante na caracterização da hipótese. Este modelo permite inserir, entre outros parâmetros, a vazão da bomba. No presente estudo foram inseridas as vazões máximas operacionais das bombas sendo estas vazões multiplicadas por um fator de 1,5 (Bevi, 2009. Item 4.3.1, p. 67), de forma a representar o ponto de cavitação das bombas.

4.2.4 Tempo de vazamento

No caso dos vazamentos contínuos foi definido um tempo total de vazamento possível igual a 60 minutos, podendo esse tempo ser inferior apenas em caso de não existir massa suficiente para o vazamento perdurar por todo tempo (item 7.4.1.3, p.23, CETESB, 2011).

Para as hipóteses de rupturas de tanques, caminhões e vasos de GLP o tempo considerado nas simulações é instantâneo, representando a possibilidade de todo o inventário estar exposto imediatamente às influências atmosféricas (dispersão) e possibilidades de ignição.

4.2.5 Dados meteorológicos

Com relação às condições atmosféricas, foram utilizados os dados mostrados na Tabela 4.2, os quais foram objetos da caracterização da região já apresentados no Capítulo 2.

Tabela 4.2 – Dados meteorológicos utilizados nas simulações

Variável ambiental	Período diurno	Período noturno
Temperatura média do ar	25,0 °C	20,0 °C
Temperatura do solo	30,0 °C	20,0 °C
Umidade relativa do ar	80,0 %	80,0 %
Velocidade média do vento	3,0 m/s	2,0 m/s
Estabilidade atmosférica	C	E

Fonte: CETESB, 2011.

Foi assumida para o período diurno o acréscimo de 5 °C na temperatura do solo em relação a temperatura ambiente (CETESB, 2011, item 7.4.1.1, p. 22).

4.2.6 Rugosidade da região

Para fins deste estudo, a região foi caracterizada como área industrial, ou seja, parâmetro de rugosidade igual a 1 m, equivalente a uma área com cobertura regular de obstáculos grandes, que é comumente utilizada para áreas de subúrbios, florestas e áreas industriais (DNV, 2012).

4.2.7 Bacias de contenção

A Tabela 4.3 a seguir apresenta o cálculo da área útil das 8 bacias de contenção da Adonai.

Tabela 4.3 – Cálculo da área útil de contenção das bacias da Adonai

Tanque	Diâmetro do tanque (m)	Área ocupada por cada tanque (m ²)	Quantidade de tanques	Área total da bacia (m ²)	Área útil (m ²)
Bacia 1					
600 m ³	6,68	35,05	1	928,00	593,02
800 m ³	7,63	45,72	5		
1.200 m ³	9,53	71,33	1		
Área total ocupada: 334,98 m ²					
Bacia 2					
1.200 m ³	9,53	71,33	1	1.818,20	1.050,15
1.500 m ³	10,53	87,09	8		
Área total ocupada: 768,05 m ²					
Bacia 3					
600 m ³	6,68	35,05	14	1.468,80	978,10
Área total ocupada: 490,70 m ²					
Bacia 4					
1.200 m ³	9,53	71,33	11	2.034,10	1.249,47
Área total ocupada: 784,63 m ²					
Bacia 5					
600 m ³	6,68	35,05	2	1.885,22	1.266,48
800 m ³	7,63	45,72	12		
Área total ocupada: 618,74 m ²					

Tabela 4.3 – Cálculo da área útil de contenção das bacias da Adonai

Tanque	Diâmetro do tanque (m)	Área ocupada por cada tanque (m ²)	Quantidade de tanques	Área total da bacia (m ²)	Área útil (m ²)
Bacia 6					
1.500 m ³	10,53	87,09	2	2.994,51	1.940,38
2.100 m ³	11,10	96,77	3		
3.200 m ³	13,70	147,41	4		
Área total ocupada: 1.054,13 m ²					
Bacia 7					
1.200 m ³	9,53	71,33	1	2.283,56	1.452,92
1.500 m ³	10,53	87,09	2		
2.100 m ³	11,10	96,77	3		
3.200 m ³	13,70	147,41	2		
Área total ocupada: 830,64 m ²					
Bacia 8					
2.100 m ³	11,10	96,77	1	2.139,84	1.394,83
3.200 m ³	13,70	147,41	2		
4.000 m ³	15,00	176,71	2		
Área total ocupada: 745,01 m ²					

Fontes: Dados trabalhados pela ITSEMAP-INERCO.

4.2.8 Tipo de superfície

Em função das características da instalação, adotou-se “concreto” como tipo de superfície para o espalhamento da poça da fração líquida inicial de um vazamento de gás liquefeito, cujas características estão apresentadas na Tabela 4.4 a seguir.

Tabela 4.4 - Dados relevantes do concreto

Parâmetro	Valor
Fator de Rugosidade	1
Difusividade Térmica da Superfície (m ² /s)	5,72E-07
Condutividade Térmica da Superfície (kJ/m.s.K)	1,21E-03

Fonte: DNV (Manual PHAST versão 6.7), 2012.

A altura máxima da poça adotada foi de 3 cm, de acordo com o item 7.4.1.6 da Norma P4.261/2011 da CETESB.

4.2.9 Vazões

Para as hipóteses de descarga de bomba foram adotadas as vazões máximas operacionais sendo estas vazões multiplicadas por um fator de 1,5 (ponto de cavitação da bomba). Essa vazão máxima, multiplicada pelo fator foi utilizada para as hipóteses de ruptura de linhas após as bombas. Para as hipóteses de furo utilizou-se uma proporção entre as áreas da seção transversal da linha e a seção transversal do furo, conforme a equação 1 a seguir.

$$A_{\text{linha}}/A_{\text{furo}} = \Phi_{\text{linha}}/\Phi_{\text{furo}} \quad (1)$$

onde:

A_{linha} = Área da secção transversal da linha;

A_{furo} = Área da secção transversal do furo;

Φ_{linha} = Vazão em kg/s pela secção transversal da linha;

Φ_{furo} = Vazão em kg/s pela secção transversal do furo.

Para determinação das vazões mássicas, foram utilizadas as densidades dos produtos de referência apresentadas na Tabela 4.5 a seguir.

Tabela 4.5 – Densidades dos produtos

Produto de referência	Densidade (kg/m ³)
Acetona	790,0
Benzeno	897,0
Etanol	790,0
Metanol	792,0
n-Hexano	710,0
n-Nonano	841,0
n-Pentano	690,0
Propano	580,0

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

4.2.10 Outras considerações de entrada

Conforme definido no item 7.4.1.2, p.23 da norma CETESB, foi considerada a direção horizontal de vazamento para as hipóteses de vazamento em linhas aéreas, visto que nesta direção, são obtidas as maiores distâncias para os efeitos físicos.

4.2.11 Modelo matemático para determinação dos níveis de interesse

Os níveis de interesse fornecidos ao programa PHAST para o cálculo das distâncias provindas dos cenários acidentais de incêndio foram obtidos através da aplicação dos modelos matemáticos para o cálculo da probabilidade de morte ou óbito, denominados Probit (Pr).

O Probit estabelece uma relação entre o tempo de exposição e um determinado nível de radiação ou sobrepressão com a probabilidade de fatalidade.

A relação entre a probabilidade de morte e o Probit correspondente segue uma curva do tipo sigmóide. A Tabela 4.6 apresenta o valor de Probit em função da probabilidade de morte, em valores percentuais.

Tabela 4.6 - Probit e probabilidade de morte

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Fonte: RIVM "Purple Book", 2005.

4.2.11.1 Radiações térmicas

Os danos para o homem decorrentes de incêndios dependem da integral da radiação térmica incidente no tempo. A equação de Probit desenvolvida por Tsao-Perry relativa à letalidade tem a seguinte forma:

$$Pr = - 36,38 + 2,56 \ln (t \times I^{4/3}) \quad (1)$$

onde:

- Pr é o Probit correspondente a probabilidade de morte;
- t é a duração da exposição em segundos;
- I é a intensidade da radiação térmica em W/m^2 .

No caso de incêndios estacionários (jato de fogo no caso do gás natural), a duração do fenômeno pode ser grande (minutos ou horas), mas é presumível que as pessoas nas circunvizinhanças distanciem-se da área perigosa até atingirem um local em que a radiação térmica seja suportável, sem dor. Segundo o documento do *Purple Book*, o tempo máximo para que as pessoas escapem para um local seguro é, em média, de 20 segundos.

De acordo com a Tabela 4.6 o valor de Probit para 1, 50 e 99% de fatalidade são de 2,67, 5,00 e 7,33, respectivamente. Sendo assim, a Tabela 4.7 a seguir apresenta os valores de radiação térmica correspondentes à probabilidade de fatalidade.

Tabela 4.7 – Probit, probabilidade de fatalidade e radiação térmica

Tempo de exposição (s)	Probit	Probabilidade de fatalidade (%)	Radiação térmica (kW/m ²)
20	7,33	99	38,50*
20	5,00	50	19,46
20	2,67	1	9,83

*Embora o resultado apresentado para 99% de fatalidade seja 38,50 kW/m², para efeitos de segurança a CETESB adota o nível de 35,0 kW/m² para 100% de fatalidade (Norma CETESB P4.261/2011, item 12.2.1.1, p. 25).

Fonte: Dados trabalhados pela ITSEMAP-INERCO.

Assim, para as áreas sob riscos em função dos efeitos gerados por radiações térmicas provenientes de incêndios (jato de fogo e incêndio em poça) as simulações foram realizadas para os níveis de 9,83 kW/m², 19,46 kW/m² e 35,00 kW/m² que representam probabilidades de até 1%, 50% e 99% de fatalidade da população exposta, respectivamente.

Nos casos de ocorrência de bola de fogo o próprio programa PHAST calcula as radiações para os Probits correspondentes a 1%, 50% e 99% de fatalidade, fornecendo as distâncias de interesse para estes níveis considerados.

Para o caso de pessoas dentro da nuvem (*flashfire*), em condições de inflamabilidade, independentemente de se produzir ou não sobrepressão, pressupõe-se uma vulnerabilidade igual a 100 % de probabilidade de fatalidade.

4.2.11.2 Sobrepressão

As consequências decorrentes de uma explosão podem ocorrer devido às ondas de pressão, projeção de fragmentos e impacto do corpo com obstáculos. Neste caso, é importante conhecer o valor máximo de sobrepressão.

As equações de Probit desenvolvida por Eisenberg são as seguintes:

Efeitos sobre as estruturas:

$$\text{Probit} = -23,8 + 2,92 \ln P \quad (2)$$

onde:

- P é a sobrepressão de pico em Pascal (Pa).

Efeitos sobre as pessoas fora das edificações ou estruturas:

$$\text{Probit} = -77,1 + 6,91 \ln P \quad (3)$$

onde:

- P é a sobrepressão de pico em Pascal (Pa).

Ondas de sobrepressão superiores a 1 bar (1x10⁵ Pa) causam fatalidades devido a hemorragia pulmonar, conforme demonstrado a seguir:

$$Pr = -77,1 + 6,91 \ln 1x10^5$$

$$Pr = 2,45$$

Desta forma, consultando-se a Tabela 4.6, a probabilidade de morte para as pessoas é inferior a 1%. Pode-se concluir que o ser humano apresenta uma resistência maior a sobrepressões do que as estruturas. Isto ocorre devido ao fato do ser humano não se comportar como uma estrutura rígida, permitindo a absorção do impacto. Normalmente nas explosões, a grande maioria das vítimas é devida ao colapso de estruturas (edificações) ou projeções de fragmentos.

A Tabela 4.8 apresenta alguns efeitos observados para diferentes níveis de sobrepressão decorrente de explosões.

Tabela 4.8 – Níveis de sobrepressão e efeitos observados

Sobrepressão (bar)	Efeitos observados
0,30	Danos catastróficos às edificações e, portanto, possibilidade de fatalidade das pessoas existentes em seu interior.
0,10	Danos reparáveis às estruturas (paredes, portas, telhados, etc.) e, portanto, perigo à saúde e, eventualmente, à vida.
0,03	Ruptura total de vidros, podendo causar ferimentos por lançamento de estilhaços. Mal estar à saúde.
0,01	Ruptura de aproximadamente 10 % dos vidros, com pequena probabilidade de causar ferimentos.

De acordo com a Norma P4.261/2011 da CETESB, item 7.4.2.1.1, p.25, para as sobrepressões geradas em explosões, devem adotados como referência os valores de 0,3 bar e 0,1 bar, que representam 50% e 1% de probabilidade de fatalidade, respectivamente.

Para o cálculo das sobrepressões geradas a partir da explosão da nuvem inflamável foi utilizado o modelo TNT do programa PHAST 6.7, modelo este que considera uma explosão com grau de confinamento máximo (confinamento em todas as direções) e a equivalência de toda a massa do inventário utilizado em massa de TNT.

Sendo que o item 7.4.1.8.3, p.25, da norma da CETESB, foi adotada a eficiência da explosão igual a 10%. A explosão da nuvem foi considerada no centro da nuvem inflamável (*cloud centroid*), de acordo com o item 7.4.1.8.5, p.25, da mesma norma.

4.3 Dados de entrada das hipóteses acidentais

A caracterização das hipóteses acidentais, para fins de simulação, está apresentada na Tabela 4.9 contendo os dados de entrada dos modelos de simulação.

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
Sistema do grupo de produtos representados pela acetona											
001	Liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	98,75	0	11.520	0,3	Acetona
002		20,32					0,99				
003	Liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	98,75	1,0	-	-	Acetona
004		20,32					0,99				
005	Liberação de acetona devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Acetona
006		20,32					-				
007	Liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	98,75	1,0	-	-	Acetona
008		20,32					0,99				
009	Liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	98,75	0	11.520	0,3	Acetona
010		20,32					0,99				
011	Liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	39,50	0	-	-	Acetona
012		10,16					0,40				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
013	Liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	39,50	1,0	-	-	Acetona
014		10,16					0,40				
015	Liberação de acetona devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	152,40	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Acetona
016		15,24					-				
017	Liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	19,75	1,0	-	-	Acetona
018		10,16					0,20				
019	Liberação de acetona devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	19,75	3,0	-	-	Acetona
020		10,16					0,20				
Sistema do grupo de produtos representados pelo benzeno											
021	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	112,12	0	11.520	0,3	Benzeno
022		20,32					1,12				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado																																																																		
023	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	112,12	1,0	-	-	Benzeno																																																																		
024		20,32					1,12					025	Liberação de benzeno devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Benzeno	026	20,32	-	027	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	112,12	1,0	-	-	Benzeno	028	20,32	1,12	029	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	112,12	0	11.520	0,3	Benzeno	030	20,32	1,12	031	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	0	-	-	Benzeno	032	10,16	0,45	033	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60
025	Liberação de benzeno devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Benzeno																																																																		
026		20,32					-					027	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	112,12	1,0	-	-	Benzeno	028	20,32	1,12	029	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	112,12	0	11.520	0,3	Benzeno	030	20,32	1,12	031	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	0	-	-	Benzeno	032	10,16	0,45	033	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	1,0	-	-	Benzeno	034	10,16	0,45						
027	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	112,12	1,0	-	-	Benzeno																																																																		
028		20,32					1,12					029	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	112,12	0	11.520	0,3	Benzeno	030	20,32	1,12	031	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	0	-	-	Benzeno	032	10,16	0,45	033	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	1,0	-	-	Benzeno	034	10,16	0,45																					
029	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	112,12	0	11.520	0,3	Benzeno																																																																		
030		20,32					1,12					031	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	0	-	-	Benzeno	032	10,16	0,45	033	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	1,0	-	-	Benzeno	034	10,16	0,45																																				
031	Liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	0	-	-	Benzeno																																																																		
032		10,16					0,45					033	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	1,0	-	-	Benzeno	034	10,16	0,45																																																			
033	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	44,85	1,0	-	-	Benzeno																																																																		
034		10,16					0,45																																																																						

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
035	Liberação de benzeno devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	152,40	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Benzeno
036		15,24					-				
037	Liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	22,42	1,0	-	-	Benzeno
038		10,16					0,22				
039	Liberação de benzeno devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	22,42	3,0	-	-	Benzeno
040		10,16					0,22				
Sistema do grupo de produtos representados pelo etanol											
041	Liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	98,75	0	11.520	0,3	Etanol
042		20,32					0,99				
043	Liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	98,75	1,0	-	-	Etanol
044		20,32					0,99				
045	Liberação de etanol devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Etanol
046		20,32					-				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
047	Liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	98,75	1,0	-	-	Etanol
048		20,32					0,99				
049	Liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	98,75	0	11.520	0,3	Etanol
050		20,32					0,99				
051	Liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	39,50	0	-	-	Etanol
052		10,16					0,40				
053	Liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	39,50	1,0	-	-	Etanol
054		10,16					0,40				
055	Liberação de etanol devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	152,40	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Etanol
056		15,24					-				
057	Liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	19,75	1,0	-	-	Etanol
058		10,16					0,20				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
059	Liberação de etanol devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	19,75	3,0	-	-	Etanol
060		10,16					0,20				
Sistema do grupo de produtos representados pelo metanol											
061	Liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	99,00	0	11.520	0,3	Metanol
062		20,32					0,99				
063	Liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	99,00	1,0	-	-	Metanol
064		20,32					0,99				
065	Liberação de metanol devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Metanol
066		20,32					-				
067	Liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	99,00	1,0	-	-	Metanol
068		20,32					0,99				
069	Liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	99,00	0	11.520	0,3	Metanol
070		20,32					0,99				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
071	Liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	39,60	0	-	-	Metanol
072		10,16					0,40				
073	Liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	39,60	1,0	-	-	Metanol
074		10,16					0,40				
075	Liberação de metanol devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	152,40	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	Metanol
076		15,24					-				
077	Liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	19,80	1,0	-	-	Metanol
078		10,16					0,20				
079	Liberação de metanol devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	19,80	3,0	-	-	Metanol
080		10,16					0,20				
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-hexano											
081	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	88,75	0	11.520	0,3	n-Hexano
082		20,32					0,89				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado																																																																		
083	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	88,75	1,0	-	-	n-Hexano																																																																		
084		20,32					0,89					085	Liberação de n-hexano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	n-Hexano	086	20,32	-	087	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	88,75	1,0	-	-	n-Hexano	088	20,32	0,89	089	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	88,75	0	11.520	0,3	n-Hexano	090	20,32	0,89	091	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	0	-	-	n-Hexano	092	10,16	0,36	093	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60
085	Liberação de n-hexano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	n-Hexano																																																																		
086		20,32					-					087	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	88,75	1,0	-	-	n-Hexano	088	20,32	0,89	089	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	88,75	0	11.520	0,3	n-Hexano	090	20,32	0,89	091	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	0	-	-	n-Hexano	092	10,16	0,36	093	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	1,0	-	-	n-Hexano	094	10,16	0,36						
087	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	88,75	1,0	-	-	n-Hexano																																																																		
088		20,32					0,89					089	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	88,75	0	11.520	0,3	n-Hexano	090	20,32	0,89	091	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	0	-	-	n-Hexano	092	10,16	0,36	093	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	1,0	-	-	n-Hexano	094	10,16	0,36																					
089	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	88,75	0	11.520	0,3	n-Hexano																																																																		
090		20,32					0,89					091	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	0	-	-	n-Hexano	092	10,16	0,36	093	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	1,0	-	-	n-Hexano	094	10,16	0,36																																				
091	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	0	-	-	n-Hexano																																																																		
092		10,16					0,36					093	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	1,0	-	-	n-Hexano	094	10,16	0,36																																																			
093	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	35,50	1,0	-	-	n-Hexano																																																																		
094		10,16					0,36																																																																						

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
095	Liberação de n-hexano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	152,40	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	n-Hexano
096		15,24					-				
097	Liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	17,75	1,0	-	-	n-Hexano
098		10,16					0,18				
099	Liberação de n-hexano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	17,75	3,0	-	-	n-Hexano
100		10,16					0,18				
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-nonano											
101	Liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	105,12	0	11.520	0,3	n-Nonano
102		20,32					1,05				
103	Liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	105,12	1,0	-	-	n-Nonano
104		20,32					1,05				
105	Liberação de n-nonano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	n-Nonano
106		20,32					-				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
107	Liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	105,12	1,0	-	-	n-Nonano
108		20,32					1,05				
109	Liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	105,12	0	11.520	0,3	n-Nonano
110		20,32					1,05				
111	Liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	42,05	0	-	-	n-Nonano
112		10,16					0,42				
113	Liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	42,05	1,0	-	-	n-Nonano
114		10,16					0,42				
115	Liberação de n-nonano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	152,40	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	n-Nonano
116		15,24					-				
117	Liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	21,02	1,0	-	-	n-Nonano
118		10,16					0,21				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
119	Liberação de n-nonano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	21,02	3,0	-	-	n-Nonano
120		10,16					0,21				
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-pentano											
121	Liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	86,25	0	11.520	0,3	n-Pentano
122		20,32					0,86				
123	Liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	203,20	4,0	25,0	3.000	-	86,25	1,0	-	-	n-Pentano
124		20,32					0,86				
125	Liberação de n-pentano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	203,20	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	n-Pentano
126		20,32					-				
127	Liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	86,25	1,0	-	-	n-Pentano
128		20,32					0,86				
129	Liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	203,20	4,0	25,0	3.200	-	86,25	0	11.520	0,3	n-Pentano
130		20,32					0,86				

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
131	Liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão-tanque durante a operação de descarregamento.	101,60	3,0	25,0	60	-	34,50	0	-	-	n-Pentano
132		10,16					0,35				
133	Liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	101,60	3,0	25,0	60	-	34,50	1,0	-	-	n-Pentano
134		10,16					0,35				
135	Liberação de n-pentano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	152,40	0,3	25,0	3.200	22,64	-	1,0	1.940	3,0	n-Pentano
136		15,24					-				
137	Liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	17,25	1,0	-	-	n-Pentano
138		10,16					0,17				
139	Liberação de n-pentano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	101,60	3,0	25,0	3.200	-	17,25	3,0	-	-	n-Pentano
140		10,16					0,17				
Armazenamento											
141	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	-	0,3	25,0	480	-	-	0	593	3,0	Ver nota 5

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
142	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	-	0,3	25,0	640	-	-	0	593	3,0	Ver nota 5
143	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	-	0,3	25,0	960	-	-	0	593	3,0	Ver nota 5
144	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	-	0,3	25,0	960	-	-	0	1.050	3,0	Ver nota 5
145	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	-	0,3	25,0	1.200	-	-	0	1.050	3,0	Ver nota 5
146	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	-	0,3	25,0	480	-	-	0	978	3,0	Ver nota 5
147	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	-	0,3	25,0	960	-	-	0	1.249	3,0	Ver nota 5
148	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	-	0,3	25,0	480	-	-	0	1.266	3,0	Ver nota 5
149	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	-	0,3	25,0	640	-	-	0	1.266	3,0	Ver nota 5
150	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	-	0,3	25,0	1.200	-	-	0	1.940	3,0	Ver nota 5
151	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	-	0,3	25,0	1.680	-	-	0	1.940	3,0	Ver nota 5

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
152	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	-	0,3	25,0	2.560	-	-	0	1.940	3,0	Ver nota 5
153	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	-	0,3	25,0	960	-	-	0	1.453	3,0	Ver nota 5
154	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	-	0,3	25,0	1.200	-	-	0	1.453	3,0	Ver nota 5
155	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	-	0,3	25,0	1.680	-	-	0	1.453	3,0	Ver nota 5
156	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	-	0,3	25,0	2.560	-	-	0	1.453	3,0	Ver nota 5
157	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	-	0,3	25,0	1.680	-	-	0	1.395	3,0	Ver nota 5
158	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	-	0,3	25,0	2.560	-	-	0	1.395	3,0	Ver nota 5
159	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	-	0,3	25,0	3.200	-	-	0	1.395	3,0	Ver nota 5
160	Transbordamento dos tanques de acetona das bacias de 1 a 8.	-	0	25,0	50	-	-	0	1.940	3,0	Acetona

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
161	Transbordamento dos tanques de benzeno das bacias de 1 a 8.	-	0	25,0	50	-	-	0	1.940	3,0	Benzeno
162	Transbordamento dos tanques de etanol das bacias de 1 a 8.	-	0	25,0	50	-	-	0	1.940	3,0	Etanol
163	Transbordamento dos tanques de metanol das bacias de 1 a 8.	-	0	25,0	50	-	-	0	1.940	3,0	Metanol
164	Transbordamento dos tanques de n-hexano das bacias de 1 a 8.	-	0	25,0	50	-	-	0	1.940	3,0	n-Hexano
165	Transbordamento dos tanques de n-nonano das bacias de 1 a 8.	-	0	25,0	50	-	-	0	1.940	3,0	n-Nonano
166	Transbordamento dos tanques de n-pentano das bacias de 1 a 8.	-	0	25,0	50	-	-	0	1.940	3,0	n-Pentano
Caminhões-tanque											
167	Ruptura do caminhão-tanque de acetona.	-	0	25,0	60	-	-	1,0	-	-	Acetona
168	Ruptura do caminhão-tanque de benzeno.	-	0	25,0	60	-	-	1,0	-	-	Benzeno
169	Ruptura do caminhão-tanque de etanol.	-	0	25,0	60	-	-	1,0	-	-	Etanol
170	Ruptura do caminhão-tanque de metanol.	-	0	25,0	60	-	-	1,0	-	-	Metanol
171	Ruptura do caminhão-tanque de n-hexano.	-	0	25,0	60	-	-	1,0	-	-	n-Hexano

Tabela 4.9 - Dados de entrada das simulações

Hip	Descrição	Ø (mm)	Pressão man. (kgf/m ²)	Temp (°C)	Invent. (m ³) ⁽¹⁾⁽²⁾	Altura da coluna de líquido (m)	Vazão (kg/s)	Elevação (m)	Área de contenção (m ²) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Altura da mureta (m)	Produto simulado
172	Ruptura do caminhão-tanque de n-nonano.	-	0	25,0	60	-	-	1,0	-	-	n-Nonano
173	Ruptura do caminhão-tanque de n-pentano.	-	0	25,0	60	-	-	1,0	-	-	n-Pentano
Sistema de GLP											
174	Liberação de GLP na linha de 2" de alimentação dos queimadores.	50,80	1,5	25,0	3,45 (2.000 kg)	-	-	1,0	-	-	Propano
175		5,08					-				
176	Ruptura catastrófica do reservatório de GLP.	-	15,0	25,0	3,45 (2.000 kg)	-	-	1,0	-	-	Propano
177	Liberação de GLP bifásico (<i>two-phase</i>) pela PSV do reservatório.	50,80	17,0	25,0	3,45 (2.000 kg)	-	-	2,0	-	-	Propano

Nota 1: Para as hipóteses de ruptura de linhas nas operações de expedição de produto foi utilizado o inventário do maior tanque da Adonai como representativo.

Nota 2: O inventário total dos tanques considerado equivale a 80% de suas capacidades máximas.

Nota 3: Para as hipóteses de ruptura de linhas nos trechos entre tanques e bombas (operações de expedição de produtos) foi considerada a maior área de bacia dentre as existentes e previstas na Adonai como representativa. Quanto maior a área superficial mais facilitada é a evaporação do produto e formação de nuvem.

Nota 4: A área do píer foi obtida com base nas medidas realizadas na imagem de satélite do local através do programa Google Earth.

Nota 5: As hipóteses de ruptura dos tanques de armazenamento foram simuladas para cada um dos grupos de produtos considerados. Como será possível verificar nos relatórios de saída do PHAST (Anexo VI) e na Tabela 4.10 dos resultados obtidos foram aplicados os seguintes índices para a identificação de cada produto: (A) Acetona, (B) Benzeno, (E) Etanol, (M) Metanol, (H) n-Hexano, (N) n-Nonano e (P) n-Pentano.

Fontes: Adonai. ITSEMAP-INERCO.

4.4 Resultados obtidos nas simulações

Estão apresentados nas Tabelas 4.10 e 4.11 a seguir, os resultados obtidos nas simulações realizadas com o *software PHAST* versão 6.7, da DNV-Technica.

O relatório das simulações realizadas está apresentado no Anexo VI.

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)				
		Dia			Noite			Dia		Noite		
		35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1	
Sistema do grupo de produtos representados pela acetona												
H001	-	-	56	77	101	52	73	99	-	-	-	-
H002	-	-	4	8	13	4	8	12	-	-	-	-
H003	52	59	65	85	108	61	81	106	43	62	46	67
H004	-	-	19	21	23	20	22	25	-	-	-	-
H005	44	51	80	88	100	81	90	101	39	59	55	85
H006	6	11	23	26	29	24	27	31	-	-	-	-
H007	52	59	65	85	108	61	81	106	43	62	46	67
H008	-	-	19	21	23	20	22	25	-	-	-	-
H009	-	-	56	77	101	52	73	99	-	-	-	-
H010	-	-	4	8	13	4	8	12	-	-	-	-
H011	-	-	35	50	67	33	48	65	-	-	-	-
H012	-	-	3	5	8	3	5	8	-	-	-	-
H013	35	40	57	63	71	59	65	73	25	35	37	54
H014	-	-	12	14	16	14	15	17	-	-	-	-
H015	39	46	52	71	93	48	67	91	31	47	41	63
H016	5	5	19	21	23	19	22	25	-	-	-	-
H017	28	32	45	49	56	46	51	58	16	23	25	35
H018	-	-	9	10	11	10	11	12	-	-	-	-
H019	27	34	53	58	66	54	60	68	16	22	22	30
H020	-	-	-	15	15	11	11	12	-	-	-	-
Sistema do grupo de produtos representados pelo benzeno												
H021	-	-	-	29	36	-	29	34	-	-	-	-
H022	-	-	5	11	17	5	10	16	-	-	-	-
H023	48	54	61	68	78	63	70	80	35	51	47	69
H024	7	7	17	19	22	17	19	22	-	-	-	-
H025	38	43	55	61	70	55	61	69	30	46	47	71
H026	8	10	12	18	27	12	17	26	-	-	-	-
H027	48	54	61	68	78	63	70	80	35	51	47	69
H028	7	7	17	19	22	17	19	22	-	-	-	-

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H029	-	-	-	29	36	-	29	34	-	-	-	-
H030	-	-	5	11	17	5	10	16	-	-	-	-
H031	-	-	-	19	26	-	19	25	-	-	-	-
H032	-	-	5	9	13	4	8	12	-	-	-	-
H033	34	38	43	48	54	44	49	56	25	35	27	39
H034	-	-	10	14	17	9	13	16	-	-	-	-
H035	35	40	50	55	63	50	55	63	29	43	32	49
H036	5	5	11	17	24	11	16	23	-	-	-	-
H037	28	30	34	37	43	35	39	44	16	22	27	38
H038	-	-	8	11	14	8	11	13	-	-	-	-
H039	29	36	41	46	52	43	47	54	16	21	22	30
H040	-	-	12	15	17	11	13	16	-	-	-	-
Sistema do grupo de produtos representados pelo etanol												
H041	-	-	39	58	76	37	55	74	-	-	-	-
H042	-	-	4	6	10	4	5	9	-	-	-	-
H043	20	19	49	68	85	47	65	84	7	9	7	9
H044	-	-	18	19	22	-	19	21	-	-	-	-
H045	18	21	35	52	68	33	49	66	9	12	17	24
H046	6	6	12	17	22	12	16	21	-	-	-	-
H047	20	19	49	68	85	47	65	84	7	9	7	9
H048	-	-	18	19	22	-	19	21	-	-	-	-
H049	-	-	39	58	76	37	55	74	-	-	-	-
H050	-	-	4	6	10	4	5	9	-	-	-	-
H051	-	-	24	38	50	23	36	49	-	-	-	-
H052	-	-	3	3	6	3	3	6	-	-	-	-
H053	11	11	31	46	57	31	43	56	8	11	7	10
H054	-	-	-	11	13	-	11	13	-	-	-	-
H055	16	19	35	52	68	33	49	66	8	12	8	12
H056	5	5	10	13	18	10	13	17	-	-	-	-
H057	7	7	23	34	44	23	33	42	-	-	-	-
H058	-	-	-	9	10	-	9	10	-	-	-	-
H059	11	11	27	38	47	27	37	46	8	11	-	-
H060	-	-	-	13	15	11	11	12	-	-	-	-
Sistema do grupo de produtos representados pelo metanol												
H061	-	-	29	39	55	29	37	53	-	-	-	-

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H062	-	-	-	4	6	-	4	6	-	-	-	-
H063	21	20	-	62	72	-	-	75	15	21	15	20
H064	-	-	-	-	25	-	-	24	-	-	-	-
H065	22	26	-	55	64	-	-	64	16	23	17	24
H066	6	6	-	-	23	-	-	23	-	-	-	-
H067	21	20	-	62	72	-	-	75	15	21	15	20
H068	-	-	-	-	25	-	-	24	-	-	-	-
H069	-	-	29	39	55	29	37	53	-	-	-	-
H070	-	-	-	4	6	-	4	6	-	-	-	-
H071	-	-	19	24	36	19	23	35	-	-	-	-
H072	-	-	-	3	4	-	3	4	-	-	-	-
H073	8	12	-	44	51	-	-	53	-	-	-	-
H074	-	-	-	-	14	-	-	14	-	-	-	-
H075	20	23	-	51	58	-	-	58	9	13	16	22
H076	-	-	-	-	18	-	-	19	-	-	-	-
H077	7	8	-	-	41	-	-	42	-	-	-	-
H078	-	-	-	-	11	-	-	11	-	-	-	-
H079	11	11	-	-	50	-	-	51	-	-	-	-
H080	-	-	-	-	14	-	11	11	-	-	-	-
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-hexano												
H081	-	-	-	29	36	-	29	35	-	-	-	-
H082	-	-	6	11	18	5	10	17	-	-	-	-
H083	71	77	87	97	112	89	99	113	66	98	69	103
H084	15	21	17	19	22	19	21	24	10	15	18	25
H085	52	58	72	80	92	72	80	92	52	78	55	84
H086	17	20	24	26	30	25	27	31	9	13	17	23
H087	71	77	87	97	112	89	99	113	66	98	69	103
H088	15	21	17	19	22	19	21	24	10	15	18	25
H089	-	-	-	29	36	-	29	35	-	-	-	-
H090	-	-	6	11	18	5	10	17	-	-	-	-
H091	-	-	-	19	26	-	19	20	-	-	-	-
H092	-	-	5	9	14	4	8	13	-	-	-	-
H093	48	52	60	67	77	62	69	79	37	54	49	73
H094	-	-	12	13	15	13	14	16	-	-	-	-
H095	47	53	65	72	83	65	72	82	41	61	58	89

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H096	11	14	19	21	24	20	22	25	9	13	9	12
H097	39	42	48	54	62	50	55	63	27	39	37	55
H098	-	-	8	9	11	9	10	12	-	-	-	-
H099	45	52	59	66	77	60	67	76	33	47	44	63
H100	-	-	-	7	9	-	7	10	-	-	-	-
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-nonano												
H101	-	-	-	32	39	-	32	37	-	-	-	-
H102	-	-	6	11	17	5	10	16	-	-	-	-
H103	11	11	-	43	50	-	43	48	6	7	6	7
H104	8	8	14	20	25	14	18	24	-	-	-	-
H105	11	11	-	26	32	-	26	31	7	9	7	9
H106	6	6	12	18	27	12	17	26	-	-	-	-
H107	11	11	-	43	50	-	43	48	6	7	6	7
H108	8	8	14	20	25	14	18	24	-	-	-	-
H109	-	-	-	32	39	-	32	37	-	-	-	-
H110	-	-	6	11	17	5	10	16	-	-	-	-
H111	-	-	-	20	27	-	20	26	-	-	-	-
H112	-	-	5	9	13	5	8	12	-	-	-	-
H113	8	8	-	29	36	-	29	34	-	-	-	-
H114	-	-	11	15	19	10	14	18	-	-	-	-
H115	11	10	-	26	32	-	26	31	8	10	7	9
H116	5	5	11	17	24	11	16	23	-	-	-	-
H117	8	8	-	22	31	-	22	30	-	-	-	-
H118	-	-	10	13	15	9	12	15	-	-	-	-
H119	12	12	-	27	36	-	27	34	7	9	-	-
H120	-	-	16	19	22	13	16	18	-	-	-	-
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-pentano												
H121	11	33	-	28	34	-	28	33	15	24	40	65
H122	2	3	5	11	18	5	10	17	-	-	-	-
H123	93	102	122	136	157	126	140	161	88	132	108	166
H124	14	20	17	19	22	19	21	24	10	15	17	25
H125	84	94	123	136	157	127	141	161	83	127	104	162
H126	22	25	28	32	36	31	34	39	17	25	19	27
H127	93	102	122	136	157	126	140	161	88	132	108	166
H128	14	20	17	19	22	19	21	24	10	15	17	25

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H129	11	33	-	28	34	-	28	33	15	24	40	65
H130	2	3	5	11	18	5	10	17	-	-	-	-
H131	7	18	-	18	25	-	18	24	-	-	-	-
H132	2	2	4	9	13	4	8	13	-	-	-	-
H133	61	67	83	93	107	86	96	109	58	87	62	95
H134	-	-	12	13	15	13	14	16	-	-	-	-
H135	72	82	104	116	133	108	119	137	74	113	98	149
H136	16	19	22	24	28	24	26	30	10	14	10	15
H137	48	53	65	73	84	67	75	86	38	56	51	77
H138	-	-	8	9	11	9	10	11	-	-	-	-
H139	56	63	68	75	87	73	81	93	45	66	58	86
H140	-	-	-	7	9	-	7	10	-	-	-	-
Armazenamento												
H141A	33	34	27	41	55	26	39	53	33	56	31	57
H141B	18	17	-	15	24	-	15	22	12	25	12	24
H141E	8	8	18	30	40	17	28	39	31	46	29	46
H141M	14	14	15	18	29	15	18	28	20	39	18	35
H141H	31	31	-	15	24	-	15	22	31	47	29	48
H141N	7	7	-	15	24	-	15	22	51	75	46	76
H141P	57	56	-	15	24	-	15	22	52	82	46	81
H142A	36	38	27	41	55	26	39	53	35	62	33	62
H142B	19	18	-	15	24	-	15	22	12	25	12	24
H142E	9	9	18	30	40	17	28	39	32	51	29	52
H142M	16	16	15	18	29	15	18	28	21	40	20	39
H142H	33	33	-	15	24	-	15	22	32	52	29	52
H142N	7	7	-	15	24	-	15	22	52	83	46	81
H142P	59	60	-	15	24	-	15	22	52	87	46	82
H143A	41	43	27	41	55	26	39	53	42	70	39	71
H143B	20	20	-	15	24	-	15	22	12	24	12	23
H143E	10	10	18	30	40	17	28	39	14	27	13	26
H143M	18	19	15	18	29	15	18	28	20	39	19	37
H143H	36	37	-	15	24	-	15	22	33	58	31	57
H143N	8	8	-	15	24	-	15	22	60	92	53	92
H143P	64	65	-	15	24	-	15	22	61	96	54	94
H144A	43	45	38	54	71	35	51	69	42	71	39	72

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H144B	23	22	-	19	26	-	19	25	21	35	20	36
H144E	10	10	25	39	52	24	37	50	14	27	13	26
H144M	19	19	19	25	37	19	24	36	20	39	19	37
H144H	39	39	-	19	26	-	19	25	34	60	31	58
H144N	8	8	-	19	26	-	19	25	61	98	54	95
H144P	73	74	-	19	26	-	19	25	70	105	62	105
H145A	46	49	38	54	71	35	51	69	44	77	41	77
H145B	23	23	-	19	26	-	19	25	22	37	20	37
H145E	11	11	25	39	52	24	37	50	14	26	13	25
H145M	20	21	19	25	37	19	24	36	24	37	26	43
H145H	41	42	-	19	26	-	19	25	41	63	37	64
H145N	9	9	-	19	26	-	19	25	62	104	61	104
H145P	76	78	-	19	26	-	19	25	70	110	62	108
H146A	34	36	36	52	69	34	49	67	33	58	31	58
H146B	21	19	-	19	26	-	19	24	21	30	12	24
H146E	8	8	24	38	50	23	36	49	32	50	29	50
H146M	15	15	19	24	36	19	23	35	20	39	18	35
H146H	35	34	-	19	26	-	19	24	32	51	29	51
H146N	7	7	-	19	26	-	19	24	52	81	46	80
H146P	64	65	-	19	26	-	19	24	61	92	54	92
H147A	43	46	41	58	77	38	55	75	42	72	40	73
H147B	24	23	-	21	28	-	21	26	22	36	20	36
H147E	10	10	27	42	56	26	40	54	14	27	13	26
H147M	19	20	21	28	40	21	26	39	20	39	19	37
H147H	40	41	-	21	28	-	21	26	34	60	37	61
H147N	8	8	-	21	28	-	21	26	61	100	54	96
H147P	77	78	-	21	28	-	21	26	70	109	62	108
H148A	35	37	42	58	77	38	55	75	33	58	31	58
H148B	23	21	-	21	28	-	21	26	21	33	20	32
H148E	8	8	27	43	56	26	40	55	32	52	29	52
H148M	15	15	21	28	41	21	26	39	20	39	19	35
H148H	37	37	-	21	28	-	21	26	32	53	29	53
H148N	7	7	-	21	28	-	21	26	71	104	63	104
H148P	75	75	-	21	28	-	21	26	71	104	63	104
H149A	38	40	42	58	77	38	55	75	35	64	33	62

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H149B	23	22	-	21	28	-	21	26	21	34	20	34
H149E	9	9	27	43	56	26	40	55	32	55	30	54
H149M	16	17	21	28	41	21	26	39	21	40	20	39
H149H	38	38	-	21	28	-	21	26	33	56	30	55
H149N	7	7	-	21	28	-	21	26	60	88	54	90
H149P	73	74	-	21	28	-	21	26	70	102	62	103
H150A	48	51	52	71	93	48	67	91	44	79	45	78
H150B	27	27	-	26	32	-	26	31	22	39	21	39
H150E	11	11	35	52	68	33	49	66	14	26	13	25
H150M	21	22	26	35	49	26	33	48	25	40	27	45
H150H	45	47	-	26	32	-	26	31	42	69	38	68
H150N	9	9	-	26	32	-	26	31	89	130	70	110
H150P	94	93	-	26	32	-	26	31	88	130	78	128
H151A	54	57	52	71	93	48	67	91	51	87	48	88
H151B	28	29	-	26	32	-	26	31	23	42	21	42
H151E	13	13	35	52	68	33	49	66	12	23	11	22
H151M	23	25	26	35	49	26	33	48	28	49	30	53
H151H	49	50	-	26	32	-	26	31	43	74	45	74
H151N	10	10	-	26	32	-	26	31	3	6	3	6
H151P	84	88	-	26	32	-	26	31	79	122	69	121
H152A	62	65	52	71	93	48	67	91	60	101	56	101
H152B	30	32	-	26	32	-	26	31	31	46	28	50
H152E	15	15	35	52	68	33	49	66	-	-	-	-
H152M	27	30	26	35	49	26	33	48	33	60	34	62
H152H	53	56	-	26	32	-	26	31	51	83	46	84
H152N	12	12	-	26	32	-	26	31	-	-	-	-
H152P	93	98	-	26	32	-	26	31	88	136	76	135
H153A	44	46	45	62	82	41	59	80	42	72	40	73
H153B	25	24	-	23	29	-	23	23	22	37	20	37
H153E	10	10	30	46	60	28	43	58	14	27	13	26
H153M	19	20	23	30	43	23	28	42	20	39	19	37
H153H	41	42	-	23	29	-	23	28	41	61	37	63
H153N	8	8	-	23	29	-	23	28	61	101	62	102
H153P	80	82	-	22	29	-	22	28	70	112	70	114
H154A	47	50	45	62	82	41	59	80	44	78	41	78

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H154B	25	25	-	23	29	-	23	23	22	38	20	38
H154E	11	11	30	46	60	28	43	58	14	26	13	25
H154M	21	22	23	30	43	23	28	42	25	39	27	44
H154H	43	44	-	23	29	-	23	28	41	66	38	66
H154N	9	9	-	23	29	-	23	28	70	108	62	107
H154P	82	85	-	22	29	-	22	28	79	117	70	118
H155A	53	56	45	62	82	41	59	80	51	87	48	87
H155B	26	27	-	23	29	-	23	23	22	41	21	41
H155E	13	13	30	46	60	28	43	58	12	23	11	22
H155M	23	25	23	30	43	23	28	42	28	49	30	52
H155H	46	48	-	23	29	-	23	28	42	72	39	72
H155N	10	10	-	23	29	-	23	28	3	6	3	6
H155P	80	83	-	23	29	-	23	28	79	117	69	118
H156A	61	64	45	62	82	41	59	80	60	100	55	99
H156B	28	30	-	23	29	-	23	23	24	46	23	44
H156E	15	15	30	46	60	28	43	58	-	-	-	-
H156M	27	29	23	30	43	23	28	42	33	60	34	62
H156H	52	54	-	23	29	-	23	28	50	81	46	82
H156N	12	12	-	23	29	-	23	28	-	-	-	-
H156P	89	94	-	23	29	-	23	28	79	132	76	132
H157A	53	55	44	61	81	40	58	78	51	87	48	87
H157B	26	27	-	22	29	-	22	27	22	41	21	41
H157E	13	13	29	45	59	28	42	57	12	23	11	22
H157M	23	24	22	29	42	22	28	41	28	49	30	52
H157H	46	48	-	22	29	-	22	27	42	72	39	72
H157N	10	10	-	22	29	-	22	27	3	6	3	6
H157P	80	83	-	22	29	-	22	27	70	117	69	118
H158A	61	64	44	61	81	40	58	78	59	100	55	99
H158B	28	30	-	22	29	-	22	27	24	46	23	44
H158E	15	15	29	45	59	28	42	57	-	-	-	-
H158M	27	29	22	29	42	22	28	41	33	60	34	62
H158H	51	54	-	22	29	-	22	27	50	81	46	82
H158N	12	12	-	22	29	-	22	27	-	-	-	-
H158P	89	93	-	22	29	-	22	27	79	132	76	131
H159A	66	69	44	61	81	40	58	78	62	107	58	107

Tabela 4.10 – Alcances de radiação térmica e sobrepressão (em metros)

	Flash dia	Flash noite	Radiação térmica (kW/m ²)						Sobrepressão (bar)			
			Dia			Noite			Dia		Noite	
			35,0	19,46	9,83	35,0	19,46	9,83	0,3	0,1	0,3	0,1
H159B	30	31	-	22	29	-	22	27	24	48	29	51
H159E	16	16	29	45	59	28	42	57	-	-	-	-
H159M	29	32	22	29	42	22	28	41	40	76	38	68
H159H	55	58	-	22	29	-	22	27	51	87	47	87
H159N	13	13	-	22	29	-	22	27	-	-	-	-
H159P	94	99	-	22	29	-	22	27	87	140	76	135
H160	12	13	48	66	87	44	63	85	8	13	3	6
H161	7	8	-	24	31	-	24	29	8	14	9	14
H162	3	3	32	48	63	25	46	62	-	-	-	-
H163	4	4	24	32	46	24	30	44	-	-	-	-
H164	14	10	-	24	30	-	24	29	8	14	9	14
H165	3	3	-	24	31	-	24	29	-	-	-	-
H166	62	66	-	24	30	-	24	29	61	78	56	87
Caminhões-tanque												
H167	33	31	53	72	95	49	69	93	31	47	29	45
H168	27	22	-	27	34	-	27	32	22	36	20	32
H169	8	7	36	54	70	34	51	68	-	-	-	-
H170	9	8	27	36	51	27	34	49	-	-	-	-
H171	34	30	-	27	34	-	27	32	32	48	21	38
H172	7	7	-	27	34	-	27	27	-	-	-	-
H173	79	82	-	26	33	-	26	31	71	110	72	112
Sistema de GLP												
H174	-	-	-	14	16	-	13	15	-	-	-	-
H175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H176	36	27	41	84	136	44	86	138	58	112	59	115
H177	-	-	-	14	30	-	-	30	-	-	-	-

Obs: As hipóteses de ruptura dos tanques de armazenamento foram simuladas para cada um dos grupos de produtos considerados. Como será possível verificar nos relatórios de saída do PHAST (Anexo VI) e nesta tabela foram aplicados os seguintes índices para a identificação de cada produto: (A) Acetona, (B) Benzeno, (E) Etanol, (M) Metanol, (H) n-Hexano, (N) n-Nonano e (P) n-Pentano.

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

Tabela 4.11 – Alcances de bola de fogo (em metros)

	Duração da bola de fogo (s)	Massa inflamada (kg)	Raio da bola de fogo (m)	Nível de radiação (kW/m ²)	Distância atingida (m)		Fatalidade (%)
					Dia	Noite	
Sistema de GLP							
H176	6,15	2.000	38,32	23,85	70	72	1%
				35,00*	41	44	100%

*Radiação mínima, para efeitos de cálculos, para consideração de 100% de fatalidade (CETESB, 2011, ítem 7.4.2.1.2, p. 26).

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

4.5 Análise de vulnerabilidade

A análise de vulnerabilidade é realizada segundo procedimentos que envolvem a estimativa dos danos gerados sobre a população exposta, devido ao desencadeamento das seqüências acidentais identificadas no estudo.

O limite da área de interesse das consequências físicas é expresso sob a forma de mapas, plotados a partir de pontos de liberações (PLs), conforme apresentado no Anexo VII.

Os mapeamentos dos efeitos físicos e áreas vulneráveis estão apresentados no Anexo VIII, que mostram a imagem de satélite e a plotagem das distâncias máximas atingidas pelas radiações térmicas e sobrepressões por PL, correspondente aos valores de referência estabelecidos pelo órgão ambiental.

Através das imagens do Anexo VIII pode-se verificar que os efeitos de radiação térmica e sobrepressão são capazes de atingir áreas das empresas adjacentes, que pertencem ao mesmo ramo de atividade. Ressalta-se que não foram verificadas residências dentro da área de abrangência dos efeitos físicos, tanto em função dos alcances obtidos nas simulações quanto a localização estratégica das empresas da Ilha Barnabé em geral.

5. ESTIMATIVA DE FREQUÊNCIAS

As hipóteses acidentais selecionadas para serem contempladas no cálculo de risco, foram identificadas anteriormente na APP e simuladas conforme apresentado no Capítulo 4.

Esses eventos estão relacionados a vazamentos de produtos inflamáveis com potencial de causar danos externos à área pertencente ao Terminal da Adonai.

A seguir é apresentada a metodologia para o cálculo da frequência de ocorrência destas hipóteses acidentais, bem como, das tipologias acidentais associadas aos mesmos.

5.1 Metodologia

Para a obtenção da frequência de ocorrência de cada hipótese acidental foram somadas as frequências das falhas dos componentes existentes no trecho da instalação, passíveis de sofrerem falhas, gerando liberação dos produtos. Esse procedimento é equivalente à construção de uma árvore de falhas, na qual o evento topo é um portão “ou” e cujas entradas são as causas relacionadas com as falhas de linhas, bombas, compressores, vasos de armazenamento ou outros componentes associados à hipótese sob análise.

A Tabela 5.1 apresenta as taxas de falha dos componentes consideradas no cálculo das frequências de ocorrência das hipóteses acidentais selecionadas para a estimativa de riscos.

Tabela 5.1 – Taxas de falhas dos componentes

Componente	Tipo falha	Taxa de falha (oc/ano)	Unidade	Fonte
Tanque atmosférico	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 17, p. 37
	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	oc.ano ⁻¹	
Caminhão com tanque atmosférico	Liberação instantânea de todo o inventário	1,00E-05	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 42, p. 55
	Liberação instantânea de todo o inventário pela maior conexão	5,00E-07		
Linha com D < 75 mm	Ruptura total	1,00E-06	oc.ano ⁻¹ .m ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 27, p. 42
	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% ⁽¹⁾	5,00E-06		
Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	Ruptura total	3,00E-07	oc.ano ⁻¹ .m ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 27, p. 42
	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% ⁽¹⁾	2,00E-06		

Tabela 5.1 – Taxas de falhas dos componentes

Componente	Tipo falha	Taxa de falha (oc/ano)	Unidade	Fonte
Linha com D > 150 mm	Ruptura total	1,00E-07	oc.ano ⁻¹ .m ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 27, p. 42
	Vazamento por um furo de diâmetro de 10% ⁽¹⁾	5,00E-07		
Bomba centrífuga	Ruptura total	1,00E-05	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 35, p. 50
	Vazamento através de 10% do diâmetro ⁽¹⁾	5,00E-05		
Mangote de carregamento/ descarregamento	Ruptura total	4,00E-06	oc.hora ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 50, p. 59
	Vazamento através de 10% do diâmetro ⁽¹⁾	4,00E-05		
Braço de carregamento/ descarregamento	Ruptura total	3,00E-08	oc.hora ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 50, p. 59
	Vazamento através de 10% do diâmetro ⁽¹⁾	3,00E-07		
Tanque pressurizado	Liberação instantânea de todo o inventário	5,00E-06	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 13, p. 32
	Vazamento contínuo por um furo com diâmetro de 10 mm.	1,00E-04	oc.ano ⁻¹	
Válvula de alívio	Abertura indevida	2,00E-05	oc.ano ⁻¹	Bevi, 2009, Tabela 41, p. 54

Nota 1: Diâmetro do furo de 10% em relação ao diâmetro nominal da tubulação (até o limite de 50 mm).
Observação: As frequências das linhas estão expressas em oc/m.ano e já contemplam as falhas de juntas, válvulas e flanges.

Fonte: Bevi, 2009.

5.1.1 Fatores de utilização

Para as hipóteses associadas a cada uma das operações existentes na empresa é apresentado a seguir o memorial de cálculo da porcentagem de tempo na qual as operações efetivamente ocorrem, de forma a corrigir a frequência de ocorrência das hipóteses acidentais.

A movimentação de produtos da Adonai varia com a demanda do mercado, dessa forma um produto não necessariamente estará presente 100% do tempo nas dependências da empresa. Mesmo assim, para não implicar em restrições de processo do Terminal quanto à movimentação de produtos inflamáveis (pelo menos os significativos em se tratando de análise de riscos quantitativas de acordo com Norma P4.261/2011 da CETESB), foi considerado que em cada sistema analisado pelo menos um dos produtos críticos estará em operação. Isso significa que, no que compete aos tanques, os mesmos estarão preenchidos com pelo menos um dos produtos aqui analisados, o que significa a presença 100% do tempo de produtos nos tanques sendo a frequência dividida pela quantidade de produtos segundo a seguinte distribuição apresentada na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Percentual de utilização dos produtos considerados

Produto de referência	Quantidade de produtos representados	Percentual de participação para efeitos de cálculo
Acetona	1	3,3%
Benzeno	16	53,3%
Etanol	5	16,7%
Metanol	1	3,3%
n-Hexano	1	3,3%
n-Nonano	1	3,3%
n-Pentano	5	16,7%

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

Para componentes como mangotes, braços de carregamento, bombas, tubulações (uma vez que estas são esvaziadas após as operações) e a própria permanência dos caminhões-tanque foi considerado um fator por operações, baseado nos produtos movimentados pela Adonai no período de 2009 a 2013, levando em consideração o tempo estimado para a realização das operações de carregamento e descarregamento e ainda o modal pelo qual é realizada a movimentação e também pela quantidade de produtos. A equação (1) a seguir demonstra como se procedeu ao cálculo.

$$\text{Fator} = \frac{\text{Movimentações no ano (navios ou caminhão/ano)} \times \text{Tempo médio da operação (horas/por navio ou caminhão)}}{8.760 \text{ (horas/ano)}} \quad (1)$$

A Tabela 5.3 a seguir apresenta a relação da movimentação de produtos na Adonai em função dos modais e sentido da operação.

Tabela 5.3 – Dados de movimentação de produtos

Modal	Operação	Produtos movimentados	Produtos de referência	Movimentação anual	Ano	Tempo médio de operação (horas)	Fator anual
Navio	Descarga	Estireno, etilbenzeno, isopropanol, acetato de etila, acetona	Benzeno, etanol, acetona	29 navios	2010	37,7	0,1248
				61 navios	2011		0,2625
				46 navios	2012		0,1979
				46 navios	2013		0,1979
Navio	Descarga	Nafta leve, nafta pesada	n-Pentano	3 navios	2010	37,7	0,0129
				6 navios	2011		0,0258
				1 navio	2012		0,0043
				-	2013		-
Navio	Carga	Benzeno, acetona, n-pentano, etanol, metanol	Benzeno, etanol, acetona, metanol, n-pentano	7 navios	2009	37,7	0,03
				1 navio	2010		0,0043
				-	2011		-
				-	2012		-
Caminhão	Descarga	Benzeno, acetona, n-pentano, etanol, metanol	Benzeno, etanol, acetona, metanol, n-pentano	213 caminhões	2010	1	0,024
				136 caminhões	2011		0,0155
				115 caminhões	2012		0,0131
				162 caminhões	2013		0,018

Tabela 5.3 – Dados de movimentação de produtos

Modal	Operação	Produtos movimentados	Produtos de referência	Movimentação anual	Ano	Tempo médio de operação (horas)	Fator anual
Caminhão	Carga	Benzeno, acetona, n-pentano, etanol, metanol	Benzeno, etanol, acetona, metanol, n-pentano	1949 camin.	2010	1	0,222
				3279 camin.	2011		0,374
				3523 camin.	2012		0,402
				4488 camin.	2013		0,512

Fonte: Adonai.

Dentre os fatores calculados foi estabelecido uma média para cada tipo de operação. Para os grupos de produtos que não aparecem na relação de movimentação, inclusive por se tratarem de perspectivas futuras como o caso da gasolina e do óleo diesel, representados pelo n-pentano e n-nonano, respectivamente, foram adotados os mesmos fatores médios, como pode ser verificado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Atribuição do fator final de operação dos produtos

Modal	Operação	Fator médio	Produtos de referência	Percentual de produtos representados ⁽¹⁾	Fator final
Navio	Descarga	0,1958	Acetona	3,30%	0,006
		0,1958	Benzeno	53,30%	0,104
		0,1958	Etanol	16,70%	0,033
		0,1958	Metanol ⁽²⁾	3,30%	0,006
		0,1958	n-Hexano ⁽²⁾	3,30%	0,006
		0,1958	n-Nonano ⁽²⁾	3,30%	0,006
		0,0143	n-Pentano	16,70%	0,002
Navio	Carga	0,0172	Acetona	3,30%	0,001
		0,0172	Benzeno	53,30%	0,009
		0,0172	Etanol	16,70%	0,003
		0,0172	Metanol	3,30%	0,001
		0,0172	n-Hexano ⁽³⁾	3,30%	0,001
		0,0172	n-Nonano ⁽³⁾	3,30%	0,001
		0,0172	n-Pentano	16,70%	0,003
Caminhão	Descarga	0,0176	Acetona	3,30%	0,001
		0,0176	Benzeno	53,30%	0,009
		0,0176	Etanol	16,70%	0,003
		0,0176	Metanol	3,30%	0,001
		0,0176	n-Hexano ⁽³⁾	3,30%	0,001
		0,0176	n-Nonano ⁽³⁾	3,30%	0,001
		0,0176	n-Pentano	16,70%	0,003
Caminhão	Carga	0,3775	Acetona	3,30%	0,012
		0,3775	Benzeno	53,30%	0,201
		0,3775	Etanol	16,70%	0,063
		0,3775	Metanol	3,30%	0,012
		0,3775	n-Hexano ⁽³⁾	3,30%	0,012

Tabela 5.4 - Atribuição do fator final de operação dos produtos

Modal	Operação	Fator médio	Produtos de referência	Percentual de produtos representados⁽¹⁾	Fator final
Caminhão	Carga	0,3775	n-Nonano ⁽³⁾	3,30%	0,012
		0,3775	n-Pentano	16,70%	0,063

Nota 1: Percentuais extraídos da Tabela 5.2.

Nota 2: Para fins de cálculo foi atribuído o maior fator médio verificado em função da ausência de movimentação no período.

Nota 3: Para fins de cálculo foi atribuído o maior fator médio igual ao dos demais produtos representativos em função da ausência de movimentação no período.

Fonte: Dados trabalhados pela ITSEMAP-INERCO.

A Tabela 5.5 a seguir apresenta as frequências de ocorrências para cada hipótese acidental e os respectivos valores obtidos levando em consideração os componentes (equipamentos) relacionados a cada trecho estudado.

Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Sistema do grupo de produtos representados pela acetona									
H001	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Acetona	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,006	2,10E-04	2,10E-04
H002	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Acetona	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,006	2,10E-03	2,10E-03
H003	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Acetona	Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,006	9,00E-08	9,00E-08
H004	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Acetona	Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,006	4,50E-07	4,50E-07
H005	Grande liberação de acetona devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Acetona	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,001	2,50E-09	2,50E-09
H006	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Acetona	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,001	1,25E-08	1,25E-08
H007	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Acetona	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	2,50E-08
			Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,001	1,50E-08	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H008	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Acetona	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,25E-07
			Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,001	7,50E-08	
H009	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Acetona	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H010	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Acetona	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H011	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Acetona	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H012	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Acetona	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H013	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Acetona	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	3,10E-08
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,001	2,10E-08	
H014	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Acetona	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,90E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,001	1,40E-07	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H015	Grande liberação de acetona devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Acetona	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,012	3,00E-08	3,00E-08
H016	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Acetona	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,012	1,50E-07	1,50E-07
H017	Grande liberação de acetona devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Acetona	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,012	1,20E-07	3,72E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,012	2,52E-07	
H018	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Acetona	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,012	6,00E-07	2,28E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,012	1,68E-06	
H019	Grande liberação de acetona devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Acetona	Braço de carregamento	1	Ruptura total	2,63E-04	0,012	3,15E-06	3,15E-06
H020	Pequena liberação de acetona devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Acetona	Braço de carregamento	1	Furo	2,63E-03	0,012	3,15E-05	3,15E-05



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Sistema do grupo de produtos representados pelo benzeno									
H021	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Benzeno	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,104	3,64E-03	3,64E-03
H022	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Benzeno	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,104	3,64E-02	3,64E-02
H023	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Benzeno	Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,104	1,56E-06	1,56E-06
H024	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Benzeno	Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,104	7,80E-06	7,80E-06
H025	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Benzeno	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,009	2,25E-08	2,25E-08
H026	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Benzeno	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,009	1,13E-07	1,13E-07
H027	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Benzeno	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,009	9,00E-08	2,25E-07
			Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,009	1,35E-07	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H028	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Benzeno	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,009	4,50E-07	1,13E-06
			Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,009	6,75E-07	
H029	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Benzeno	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,009	3,15E-04	3,15E-04
H030	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Benzeno	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,009	3,15E-03	3,15E-03
H031	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Benzeno	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,009	3,15E-04	3,15E-04
H032	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Benzeno	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,009	3,15E-03	3,15E-03
H033	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Benzeno	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,009	9,00E-08	2,79E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,009	1,89E-07	
H034	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Benzeno	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,009	4,50E-07	1,71E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,009	1,26E-06	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H035	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Benzeno	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,201	5,03E-07	5,03E-07
H036	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Benzeno	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,201	2,51E-06	2,51E-06
H037	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Benzeno	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,201	2,01E-06	6,23E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,201	4,22E-06	
H038	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Benzeno	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,201	1,01E-05	3,82E-05
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,201	2,81E-05	
H039	Grande liberação de benzeno devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Benzeno	Braço de carregamento	1	Ruptura total	2,63E-04	0,201	5,28E-05	5,28E-05
H040	Pequena liberação de benzeno devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Benzeno	Braço de carregamento	1	Furo	2,63E-03	0,201	5,28E-04	5,28E-04



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Sistema do grupo de produtos representados pelo etanol									
H041	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Etanol	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,033	1,16E-03	1,16E-03
H042	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Etanol	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,033	1,16E-02	1,16E-02
H043	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Etanol	Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H044	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Etanol	Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,033	2,48E-06	2,48E-06
H045	Grande liberação de etanol devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Etanol	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,003	7,50E-09	7,50E-09
H046	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Etanol	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,003	3,75E-08	3,75E-08
H047	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Etanol	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,003	3,00E-08	7,50E-08
			Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,003	4,50E-08	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H048	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Etanol	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,003	1,50E-07	3,75E-07
			Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,003	2,25E-07	
H049	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Etanol	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,003	1,05E-04	1,05E-04
H050	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Etanol	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,003	1,05E-03	1,05E-03
H051	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Etanol	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,003	1,05E-04	1,05E-04
H052	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Etanol	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,003	1,05E-03	1,05E-03
H053	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Etanol	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,003	3,00E-08	9,30E-08
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,003	6,30E-08	
H054	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Etanol	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,003	1,50E-07	5,70E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,003	4,20E-07	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H055	Grande liberação de etanol devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Etanol	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,063	1,58E-07	1,58E-07
H056	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Etanol	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,063	7,88E-07	7,88E-07
H057	Grande liberação de etanol devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Etanol	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,063	6,30E-07	1,95E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,063	1,32E-06	
H058	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Etanol	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,063	3,15E-06	1,20E-05
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,063	8,82E-06	
H059	Grande liberação de etanol devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Etanol	Braço de carregamento	1	Ruptura total	2,63E-04	0,063	1,66E-05	1,66E-05
H060	Pequena liberação de etanol devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Etanol	Braço de carregamento	1	Furo	2,63E-03	0,063	1,66E-04	1,66E-04



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Sistema do grupo de produtos representados pelo metanol									
H061	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Metanol	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,006	2,10E-04	2,10E-04
H062	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	Metanol	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,006	2,10E-03	2,10E-03
H063	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Metanol	Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,006	9,00E-08	9,00E-08
H064	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Metanol	Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,006	4,50E-07	4,50E-07
H065	Grande liberação de metanol devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Metanol	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,001	2,50E-09	2,50E-09
H066	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	Metanol	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,001	1,25E-08	1,25E-08
H067	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Metanol	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	2,50E-08
			Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,001	1,50E-08	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H068	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	Metanol	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,25E-07
			Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,001	7,50E-08	
H069	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Metanol	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H070	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	Metanol	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H071	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Metanol	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H072	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	Metanol	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H073	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Metanol	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	3,10E-08
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,001	2,10E-08	
H074	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	Metanol	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,90E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,001	1,40E-07	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H075	Grande liberação de metanol devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Metanol	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,012	3,00E-08	3,00E-08
H076	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	Metanol	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,012	1,50E-07	1,50E-07
H077	Grande liberação de metanol devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Metanol	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,012	1,20E-07	3,72E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,012	2,52E-07	
H078	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	Metanol	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,012	6,00E-07	2,28E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,012	1,68E-06	
H079	Grande liberação de metanol devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Metanol	Braço de carregamento	1	Ruptura total	2,63E-04	0,012	3,15E-06	3,15E-06
H080	Pequena liberação de metanol devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	Metanol	Braço de carregamento	1	Furo	2,63E-03	0,012	3,15E-05	3,15E-05



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-hexano									
H081	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	n-Hexano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,006	2,10E-04	2,10E-04
H082	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	n-Hexano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,006	2,10E-03	2,10E-03
H083	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Hexano	Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,006	9,00E-08	9,00E-08
H084	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Hexano	Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,006	4,50E-07	4,50E-07
H085	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	n-Hexano	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,001	2,50E-09	2,50E-09
H086	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	n-Hexano	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,001	1,25E-08	1,25E-08
H087	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	n-Hexano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	2,50E-08
			Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,001	1,50E-08	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H088	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	n-Hexano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,25E-07
			Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,001	7,50E-08	
H089	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	n-Hexano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H090	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	n-Hexano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H091	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	n-Hexano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H092	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	n-Hexano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H093	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Hexano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	3,10E-08
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,001	2,10E-08	
H094	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Hexano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,90E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,001	1,40E-07	

Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H095	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	n-Hexano	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,012	3,00E-08	3,00E-08
H096	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	n-Hexano	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,012	1,50E-07	1,50E-07
H097	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	n-Hexano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,012	1,20E-07	3,72E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,012	2,52E-07	
H098	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	n-Hexano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,012	6,00E-07	2,28E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,012	1,68E-06	
H099	Grande liberação de n-hexano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	n-Hexano	Braço de carregamento	1	Ruptura total	2,63E-04	0,012	3,15E-06	3,15E-06
H100	Pequena liberação de n-hexano devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	n-Hexano	Braço de carregamento	1	Furo	2,63E-03	0,012	3,15E-05	3,15E-05



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-nonano									
H101	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	n-Nonano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,006	2,10E-04	2,10E-04
H102	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	n-Nonano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,006	2,10E-03	2,10E-03
H103	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Nonano	Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,006	9,00E-08	9,00E-08
H104	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Nonano	Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,006	4,50E-07	4,50E-07
H105	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	n-Nonano	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,001	2,50E-09	2,50E-09
H106	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	n-Nonano	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,001	1,25E-08	1,25E-08
H107	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	n-Nonano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	2,50E-08
			Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,001	1,50E-08	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H108	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	n-Nonano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,25E-07
			Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,001	7,50E-08	
H109	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	n-Nonano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H110	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	n-Nonano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H111	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	n-Nonano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,001	3,50E-05	3,50E-05
H112	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	n-Nonano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,001	3,50E-04	3,50E-04
H113	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Nonano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,001	1,00E-08	3,10E-08
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,001	2,10E-08	
H114	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Nonano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,001	5,00E-08	1,90E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,001	1,40E-07	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H115	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	n-Nonano	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,012	3,00E-08	3,00E-08
H116	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	n-Nonano	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,012	1,50E-07	1,50E-07
H117	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	n-Nonano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,012	1,20E-07	3,72E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,012	2,52E-07	
H118	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	n-Nonano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,012	6,00E-07	2,28E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,012	1,68E-06	
H119	Grande liberação de n-nonano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	n-Nonano	Braço de carregamento	1	Ruptura total	2,63E-04	0,012	3,15E-06	3,15E-06
H120	Pequena liberação de n-nonano devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	n-Nonano	Braço de carregamento	1	Furo	2,63E-03	0,012	3,15E-05	3,15E-05



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Sistema do grupo de produtos representados pelo n-pentano									
H121	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	n-Pentano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,002	7,01E-05	7,01E-05
H122	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no mangote de 8" do navio-tanque durante a operação de descarregamento.	n-Pentano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,002	7,01E-04	7,01E-04
H123	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Pentano	Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,002	3,00E-08	3,00E-08
H124	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Pentano	Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,002	1,50E-07	1,50E-07
H125	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	n-Pentano	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,003	7,50E-09	7,50E-09
H126	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.	n-Pentano	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,003	3,75E-08	3,75E-08
H127	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	n-Pentano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,003	3,00E-08	7,50E-08
			Linha com D > 150 mm	150	Ruptura total	1,00E-07	0,003	4,50E-08	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H128	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.	n-Pentano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,003	1,50E-07	3,75E-07
			Linha com D > 150 mm	150	Furo	5,00E-07	0,003	2,25E-07	
H129	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	n-Pentano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,003	1,05E-04	1,05E-04
H130	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no mangote de 8" durante a operação de carregamento de navio-tanque.	n-Pentano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,003	1,05E-03	1,05E-03
H131	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	n-Pentano	Mangote	1	Ruptura total	3,50E-02	0,003	1,05E-04	1,05E-04
H132	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no mangote de 4" do caminhão- tanque durante a operação de descarregamento.	n-Pentano	Mangote	1	Furo	3,50E-01	0,003	1,05E-03	1,05E-03
H133	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Pentano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,003	3,00E-08	9,30E-08
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,003	6,30E-08	
H134	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde a plataforma de carregamento/d Descarregamento até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.	n-Pentano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,003	1,50E-07	5,70E-07
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,003	4,20E-07	



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H135	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	n-Pentano	Linha com D > 150 mm	25	Ruptura total	1,00E-07	0,063	1,58E-07	1,58E-07
H136	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial nas linhas de 6" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas situadas nas respectivas bacias.	n-Pentano	Linha com D > 150 mm	25	Furo	5,00E-07	0,063	7,88E-07	7,88E-07
H137	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	n-Pentano	Bomba centrífuga	1	Ruptura total	1,00E-05	0,063	6,30E-07	1,95E-06
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Ruptura total	3,00E-07	0,063	1,32E-06	
H138	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial na linha de 4" desde as bombas das respectivas bacias até a plataforma de carregamento.	n-Pentano	Bomba centrífuga	1	Furo	5,00E-05	0,063	3,15E-06	1,20E-05
			Linha com 75 mm < D ≤ 150 mm	70	Furo	2,00E-06	0,063	8,82E-06	
H139	Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	n-Pentano	Braço de carregamento	1	Ruptura total	2,63E-04	0,063	1,66E-05	1,66E-05
H140	Pequena liberação de n-pentano devido a ruptura parcial no braço de carregamento de 4" durante o carregamento de caminhão-tanque.	n-Pentano	Braço de carregamento	1	Furo	2,63E-03	0,063	1,66E-04	1,66E-04



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
Armazenamento									
H141A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	Acetona	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H141B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	Benzeno	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,533	2,67E-06	2,67E-06
H141E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	Etanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H141M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	Metanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H141H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	n-Hexano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H141N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	n-Nonano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H141P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 1.	n-Petano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H142A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	Acetona	Tanque atmosférico	5	Ruptura total	5,00E-06	0,033	8,25E-07	8,25E-07
H142B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	Benzeno	Tanque atmosférico	5	Ruptura total	5,00E-06	0,533	1,33E-05	1,33E-05
H142E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	Etanol	Tanque atmosférico	5	Ruptura total	5,00E-06	0,167	4,18E-06	4,18E-06
H142M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	Metanol	Tanque atmosférico	5	Ruptura total	5,00E-06	0,033	8,25E-07	8,25E-07
H142H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	n-Hexano	Tanque atmosférico	5	Ruptura total	5,00E-06	0,033	8,25E-07	8,25E-07
H142N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	n-Nonano	Tanque atmosférico	5	Ruptura total	5,00E-06	0,033	8,25E-07	8,25E-07



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H142P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 1.	n-Petano	Tanque atmosférico	5	Ruptura total	5,00E-06	0,167	4,18E-06	4,18E-06
H143A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	Acetona	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H143B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	Benzeno	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,533	2,67E-06	2,67E-06
H143E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	Etanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H143M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	Metanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H143H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	n-Hexano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H143N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	n-Nonano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H143P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 1.	n-Petano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H144A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	Acetona	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H144B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	Benzeno	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,533	2,67E-06	2,67E-06
H144E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	Etanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H144M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	Metanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H144H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	n-Hexano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H144N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	n-Nonano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H144P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 2.	n-Petano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H145A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	Acetona	Tanque atmosférico	8	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,32E-06	1,32E-06
H145B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	Benzeno	Tanque atmosférico	8	Ruptura total	5,00E-06	0,533	2,13E-05	2,13E-05
H145E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	Etanol	Tanque atmosférico	8	Ruptura total	5,00E-06	0,167	6,68E-06	6,68E-06
H145M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	Metanol	Tanque atmosférico	8	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,32E-06	1,32E-06
H145H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	n-Hexano	Tanque atmosférico	8	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,32E-06	1,32E-06
H145N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	n-Nonano	Tanque atmosférico	8	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,32E-06	1,32E-06



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H145P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 2.	n-Petano	Tanque atmosférico	8	Ruptura total	5,00E-06	0,167	6,68E-06	6,68E-06
H146A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	Acetona	Tanque atmosférico	14	Ruptura total	5,00E-06	0,033	2,31E-06	2,31E-06
H146B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	Benzeno	Tanque atmosférico	14	Ruptura total	5,00E-06	0,533	3,73E-05	3,73E-05
H146E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	Etanol	Tanque atmosférico	14	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,17E-05	1,17E-05
H146M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	Metanol	Tanque atmosférico	14	Ruptura total	5,00E-06	0,033	2,31E-06	2,31E-06
H146H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	n-Hexano	Tanque atmosférico	14	Ruptura total	5,00E-06	0,033	2,31E-06	2,31E-06
H146N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	n-Nonano	Tanque atmosférico	14	Ruptura total	5,00E-06	0,033	2,31E-06	2,31E-06
H146P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 3.	n-Petano	Tanque atmosférico	14	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,17E-05	1,17E-05
H147A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	Acetona	Tanque atmosférico	11	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,82E-06	1,82E-06
H147B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	Benzeno	Tanque atmosférico	11	Ruptura total	5,00E-06	0,533	2,93E-05	2,93E-05
H147E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	Etanol	Tanque atmosférico	11	Ruptura total	5,00E-06	0,167	9,19E-06	9,19E-06
H147M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	Metanol	Tanque atmosférico	11	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,82E-06	1,82E-06



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H147H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	n-Hexano	Tanque atmosférico	11	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,82E-06	1,82E-06
H147N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	n-Nonano	Tanque atmosférico	11	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,82E-06	1,82E-06
H147P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 4.	n-Petano	Tanque atmosférico	11	Ruptura total	5,00E-06	0,167	9,19E-06	9,19E-06
H148A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	Acetona	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H148B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	Benzeno	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,533	5,33E-06	5,33E-06
H148E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	Etanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H148M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	Metanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H148H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	n-Hexano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H148N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	n-Nonano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H148P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 600 m ³ da bacia 5.	n-Petano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H149A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	Acetona	Tanque atmosférico	12	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,98E-06	1,98E-06
H149B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	Benzeno	Tanque atmosférico	12	Ruptura total	5,00E-06	0,533	3,20E-05	3,20E-05
H149E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	Etanol	Tanque atmosférico	12	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,00E-05	1,00E-05



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H149M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	Metanol	Tanque atmosférico	12	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,98E-06	1,98E-06
H149H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	n-Hexano	Tanque atmosférico	12	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,98E-06	1,98E-06
H149N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	n-Nonano	Tanque atmosférico	12	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,98E-06	1,98E-06
H149P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 800 m ³ da bacia 5.	n-Petano	Tanque atmosférico	12	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,00E-05	1,00E-05
H150A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	Acetona	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H150B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	Benzeno	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,533	5,33E-06	5,33E-06
H150E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	Etanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H150M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	Metanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H150H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	n-Hexano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H150N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	n-Nonano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H150P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 6.	n-Petano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H151A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	Acetona	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H151B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	Benzeno	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,533	8,00E-06	8,00E-06
H151E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	Etanol	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,167	2,51E-06	2,51E-06
H151M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	Metanol	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H151H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	n-Hexano	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H151N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	n-Nonano	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H151P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 6.	n-Petano	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,167	2,51E-06	2,51E-06
H152A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	Acetona	Tanque atmosférico	4	Ruptura total	5,00E-06	0,033	6,60E-07	6,60E-07
H152B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	Benzeno	Tanque atmosférico	4	Ruptura total	5,00E-06	0,533	1,07E-05	1,07E-05
H152E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	Etanol	Tanque atmosférico	4	Ruptura total	5,00E-06	0,167	3,34E-06	3,34E-06



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H152M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	Metanol	Tanque atmosférico	4	Ruptura total	5,00E-06	0,033	6,60E-07	6,60E-07
H152H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	n-Hexano	Tanque atmosférico	4	Ruptura total	5,00E-06	0,033	6,60E-07	6,60E-07
H152N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	n-Nonano	Tanque atmosférico	4	Ruptura total	5,00E-06	0,033	6,60E-07	6,60E-07
H152P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 6.	n-Petano	Tanque atmosférico	4	Ruptura total	5,00E-06	0,167	3,34E-06	3,34E-06
H153A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	Acetona	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H153B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	Benzeno	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,533	2,67E-06	2,67E-06
H153E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	Etanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H153M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	Metanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H153H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	n-Hexano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H153N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	n-Nonano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H153P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.200 m ³ da bacia 7.	n-Petano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H154A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	Acetona	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H154B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	Benzeno	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,533	5,33E-06	5,33E-06
H154E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	Etanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H154M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	Metanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H154H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	n-Hexano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H154N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	n-Nonano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H154P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m ³ da bacia 7.	n-Petano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H155A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	Acetona	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H155B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	Benzeno	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,533	8,00E-06	8,00E-06



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H155E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	Etanol	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,167	2,51E-06	2,51E-06
H155M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	Metanol	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H155H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	n-Hexano	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H155N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	n-Nonano	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,033	4,95E-07	4,95E-07
H155P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 7.	n-Petano	Tanque atmosférico	3	Ruptura total	5,00E-06	0,167	2,51E-06	2,51E-06
H156A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	Acetona	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H156B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	Benzeno	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,533	5,33E-06	5,33E-06
H156E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	Etanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H156M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	Metanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H156H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	n-Hexano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H156N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	n-Nonano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H156P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 7.	n-Petano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H157A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	Acetona	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H157B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	Benzeno	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,533	2,67E-06	2,67E-06
H157E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	Etanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H157M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	Metanol	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H157H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	n-Hexano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H157N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	n-Nonano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,033	1,65E-07	1,65E-07
H157P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 2.100 m ³ da bacia 8.	n-Petano	Tanque atmosférico	1	Ruptura total	5,00E-06	0,167	8,35E-07	8,35E-07
H158A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	Acetona	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H158B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	Benzeno	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,533	5,33E-06	5,33E-06
H158E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	Etanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H158M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	Metanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H158H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	n-Hexano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H158N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	n-Nonano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H158P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 3.200 m ³ da bacia 8.	n-Petano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H159A	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	Acetona	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H159B	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	Benzeno	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,533	5,33E-06	5,33E-06
H159E	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	Etanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
H159M	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	Metanol	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H159H	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	n-Hexano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H159N	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	n-Nonano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,033	3,30E-07	3,30E-07
H159P	Ruptura dos tanques de armazenamento de 4.000 m ³ da bacia 8.	n-Petano	Tanque atmosférico	2	Ruptura total	5,00E-06	0,167	1,67E-06	1,67E-06
Caminhões-tanque									
H167	Ruptura do caminhão-tanque de acetona.	Acetona	Caminhão com tanque atmosférico	1	Ruptura total	1,00E-05	0,013	1,30E-07	1,30E-07
H168	Ruptura do caminhão-tanque de benzeno.	Benzeno	Caminhão com tanque atmosférico	1	Ruptura total	1,00E-05	0,21	2,10E-06	2,10E-06
H169	Ruptura do caminhão-tanque de etanol.	Etanol	Caminhão com tanque atmosférico	1	Ruptura total	1,00E-05	0,066	6,60E-07	6,60E-07
H170	Ruptura do caminhão-tanque de metanol.	Metanol	Caminhão com tanque atmosférico	1	Ruptura total	1,00E-05	0,013	1,30E-07	1,30E-07
H171	Ruptura do caminhão-tanque de n-hexano.	n-Hexano	Caminhão com tanque atmosférico	1	Ruptura total	1,00E-05	0,013	1,30E-07	1,30E-07
H172	Ruptura do caminhão-tanque de n-nonano.	n-Nonano	Caminhão com tanque atmosférico	1	Ruptura total	1,00E-05	0,013	1,30E-07	1,30E-07



Tabela 5.5 - Frequência das hipóteses acidentais

Hip.	Operação	Produto	Equipamento	Nº de elementos	Tipo de Falha	Taxa unitária (oc/ano)	Fator de utilização	Taxa de falha (oc/ano)	Frequência acumulada (oc/ano)
H173	Ruptura do caminhão-tanque de n-pentano.	n-Pentano	Caminhão com tanque atmosférico	1	Ruptura total	1,00E-05	0,066	6,60E-07	6,60E-07
Sistema de GLP									
H174	Grande liberação de GLP na linha de 2" de alimentação dos queimadores.	Propano	Linha com D < 75 mm	10	Ruptura total	1,00E-06	1	1,00E-05	1,00E-05
H175	Pequena liberação de GLP na linha de 2" de alimentação dos queimadores.	Propano	Linha com D < 75 mm	10	Furo	5,00E-06	1	5,00E-05	5,00E-05
H176	Ruptura catastrófica do reservatório de GLP.	Propano	Tanque pressurizado	2	Ruptura total	5,00E-07	1	1,00E-06	1,00E-06
H177	Liberação de GLP bifásico (<i>two-phase</i>) pela PSV do reservatório.	Propano	Válvula de alívio	4	Abertura	2,00E-05	1	8,00E-05	8,00E-05

Observação: O valor da frequência final da hipótese é obtido através da equação:

$$\text{Frequência final da hipótese} = \sum_n^1 \text{Taxa de falha de todos os equipamentos da hipótese.}$$

A taxa de falha dos equipamentos da hipótese é calculada considerando:

Nº de elementos (equipamento 1) * Taxa unitária (equipamento 1) * Fator de utilização da hipótese = Taxa de falha (equipamento 1);

Nº de elementos (equipamento n) * Taxa unitária (equipamento n) * Fator de utilização da hipótese = Taxa de falha (equipamento n).

Notas:

(1) Os fatores de utilização associados às operações de descarregamento e carregamento foram somados de modo a representar o fator de permanência dos caminhões nas dependências da Liquigás.

Fonte: Dados trabalhados pela ITSEMAP-INERCO.

5.2 Árvore de Falhas

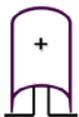
De modo que não foram identificadas referências a respeito de transbordamentos nas literaturas utilizadas como base para a elaboração do presente estudo, para estes cenários foram levantados o modo de falha dos mesmos através do método de Análise por Árvore de Falhas (AAF).

A AAF consiste na construção de um diagrama lógico e dedutivo que, partindo de um evento indesejado pré-definido (hipótese acidental), busca as suas causas básicas, considerando os diferentes “caminhos” (combinações das falhas/erros) que contribuem para a ocorrência do evento-topo (hipótese acidental).

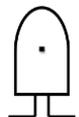
A seguir são apresentados alguns dos principais símbolos lógicos usualmente utilizados nos diagramas das árvores de falhas para a representação das relações lógicas dos eventos de entrada e saída, isto é, dos eventos contribuintes para as falhas.



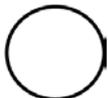
EVENTO TOPO OU INTERMEDIÁRIO;



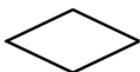
PORTÃO LÓGICO “OU”: A saída ocorre se uma ou mais entradas do portão existirem;



PORTÃO LÓGICO “E”: A saída ocorre se todas as entradas do portão existirem simultaneamente;



EVENTO BÁSICO: Representa uma falha básica, ou seja, aquela que, para a sua ocorrência não requer o desenvolvimento de nenhum outro evento adicional;



EVENTO NÃO DESENVOLVIDO: Evento que, por indisponibilidade de dados ou por não haver interesse no seu desenvolvimento.

Foi desenvolvida uma árvore de falhas considerando os sistemas de segurança envolvidos em possível cenário de transbordamento de tanques na Adonai.

A operação de recebimento de produto é um procedimento monitorado remotamente e acompanhado pelos operadores. Não há sistemas de bloqueios automáticos.

Antes do início das operações é verificada a programação prevista de recebimento de produto, levando em consideração qual é o produto e a disponibilidade dos tanques do terminal para serem realizados os devidos alinhamentos.

Pela informação prevista os operadores conhecem o inventário que será movimentado sendo que este quando associado à vazão do sistema permite ter a noção do tempo de duração da operação.

Em caso de iminência de um transbordamento em função de algum erro de programação ou desvio operacional, ao subir o nível existem os sensores de nível alto (ajustável pelo operador) e o alto alto (não ajustável, geralmente definido em projeto ou estudos de risco). Os sensores são responsáveis por detectar o nível do sistema e através de seu transmissor enviar um sinal para o alarme (local e na sala de controle). A falha destes componentes só pode ser contornada pelo acompanhamento do nível do tanque na sala de controle ou por visualização local.

Caso os operadores não estejam atentos e ainda existir inventário a ser enviado para o terminal o tanque pode transbordar. No caso de detecção por eles através do constante monitoramento há a possibilidade de parada de bombeamento ou fechamento de válvulas.

A expressão matemática da indisponibilidade apresentada a seguir foi extraída do TNO *Red Book* (p. 5.20, fórmula 5.42), referente à probabilidade média de falha na demanda dos equipamentos.

$$PDF = \frac{\lambda \cdot t}{2}$$

Onde λ é a taxa de falha do equipamento e T é o período entre testes.

Para os cálculos das frequências das hipóteses considerando os sistemas de segurança foram utilizados os seguintes dados:

- Erro operacional (probabilidade de falha operacional) = 3,0E-03 (LEES, 1996, p.14/58). Probabilidade de falha quando o operador é treinado, caracterizando falha por omissão = 0,003;
- Taxa de falha da válvula em fechar quando demandada = 2,31E-06/horas ou 1,46E-02/ano (OREDA, 2002, p. 568 – Control and Safety Equipment – Valves);
- Taxa de falha de sensores de nível = 0,46/10⁶ horas ou 4,03E-03/ano (OREDA, 2002, p. 544);
- Probabilidade de falha do alarme quando demandado (48,62% da falha dos sensores de nível) = 1,96E-03/ano (OREDA, 2002, p. 545);
- Taxa de falha de parada de bombas na demanda = 0,10/10⁶ horas ou 8,76E-04/ano (OREDA, 2002, p. 173).

Desta forma, a PFD dos equipamentos apresentados na Figura 5.1 são apresentadas na Tabela 5.6.

Tabela 5.7 – PFD dos equipamentos

Equipamento	Taxa de falha	Período entre testes	PFD
Sensor de nível	4,03E-03/ano	1 ano	2,02E-03
Alarme	1,96E-03/ano	1 ano	9,80E-04
Erro operacional	3,00E-03	-	3,00E-03
Válvula	1,46E-02/ano	1 ano	7,30E-03
Bomba	8,76E-04/ano	1 ano	4,38E-04

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

A Árvore de Falhas desenvolvida está apresentada na Figura 5.1 a seguir.

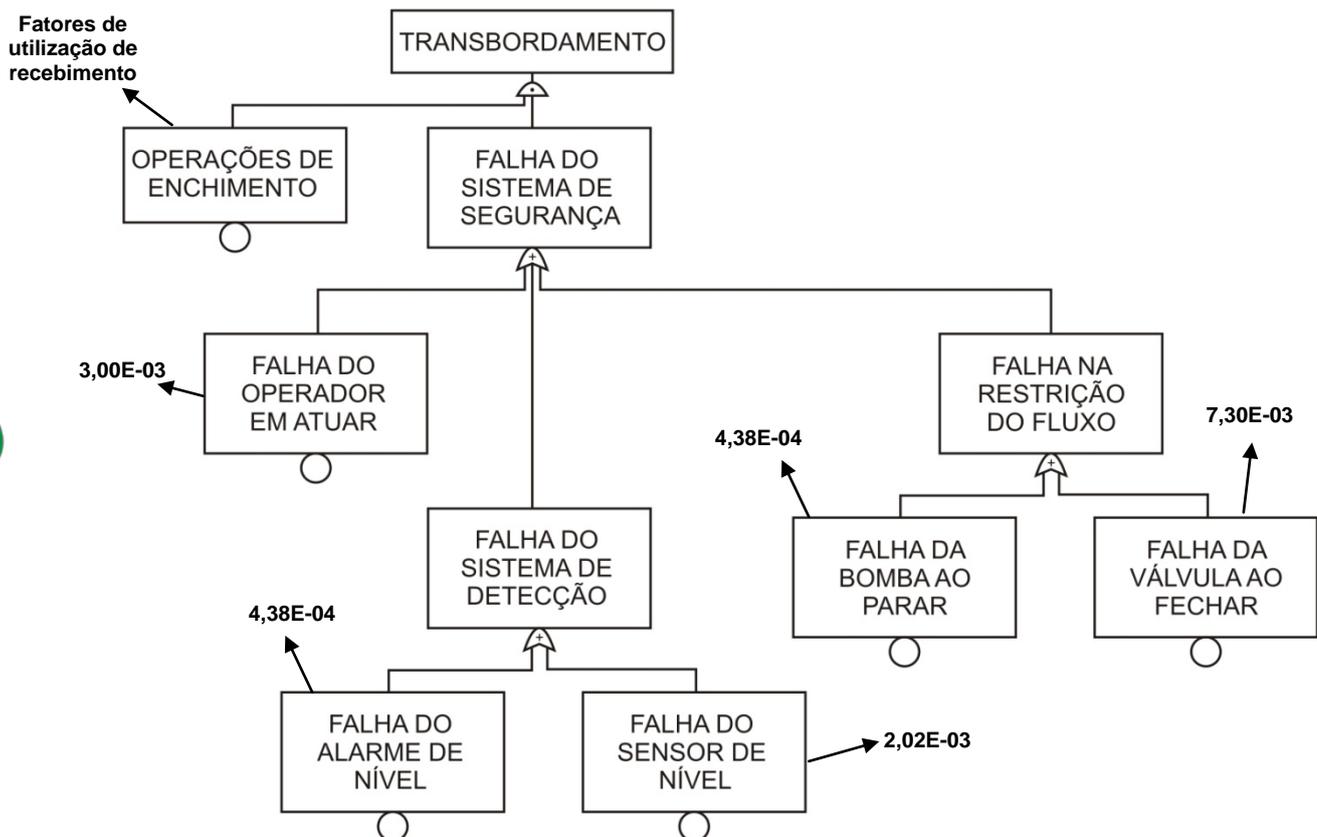


Figura 5.1 – Árvore de Falhas

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

Sendo assim, a frequência final dos cenários de transbordamento na Adonai, levando em consideração a árvore de falhas apresentada na figura 5.1, levando em consideração os fatores de utilização referentes ao recebimento e expedição de produto, estão apresentados na Tabela 5.8 a seguir.

Tabela 5.8 – Frequência das hipóteses acidentais de transbordamento de tanques

Hip	Descrição	Falha do sistema de segurança	Fator de utilização ⁽¹⁾	Frequência final (oc/ano)
160	Transbordamento dos tanques de acetona das bacias de 1 a 8.	6,00E-03	0,007	4,20E-05
161	Transbordamento dos tanques de benzeno das bacias de 1 a 8.	6,00E-03	0,113	6,78E-04

Tabela 5.8 – Frequência das hipóteses acidentais de transbordamento de tanques

Hip	Descrição	Falha do sistema de segurança	Fator de utilização ⁽¹⁾	Frequência final (oc/ano)
162	Transbordamento dos tanques de etanol das bacias de 1 a 8.	6,00E-03	0,036	2,16E-04
163	Transbordamento dos tanques de metanol das bacias de 1 a 8.	6,00E-03	0,007	4,20E-05
164	Transbordamento dos tanques de n-hexano das bacias de 1 a 8.	6,00E-03	0,007	4,20E-05
165	Transbordamento dos tanques de n-nonano das bacias de 1 a 8.	6,00E-03	0,007	4,20E-05
166	Transbordamento dos tanques de n-pentano das bacias de 1 a 8.	6,00E-03	0,005	3,00E-05

Nota 1: Conforme as hipóteses contemplam a possibilidade de transbordo dos tanques independentemente da origem do produto os fatores de utilização de descarga de navio e de caminhão foram somados de acordo com os respectivos produtos representativos.

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

5.3 Árvore de Eventos

A Árvore de Eventos descreve as sequências dos fatos que se desenvolvem para que um acidente ocorra, estabelecendo uma série de relações entre o evento inicial e os eventos subsequentes os quais, combinados, resultam nas possíveis efeitos físicos do acidente. Essas relações são estabelecidas considerando interferências do homem (operador) com o sistema em estudo, com os sistemas de segurança previstos ou existentes; ou ainda, em situações que possam gerar diferentes tipos de danos, de acordo com a forma em que ocorra o evento.

Considerando as condições de projeto e operação das instalações, a periculosidade dos produtos inflamáveis, as circunstâncias ambientais e do local, bem como os dados provenientes das etapas do estudo já desenvolvidas, o evento inicial escolhido trata-se de um vazamento já consumado.

No presente estudo foram consideradas as seguintes tipologias acidentais, de acordo com as características dos líquidos inflamáveis produto: quando da ocorrência de ignição imediata, haverá o incêndio de poça para hipóteses de vazamentos instantâneos (p.e. ruptura dos tanques e caminhões) ou de incêndio em poça ou jato de fogo para hipóteses de vazamentos contínuos (p.e. linhas de transferência). Neste último caso é adotado o cenário com maior alcance obtido.

Caso não ocorra a ignição imediata haverá a formação de uma nuvem de vapor inflamável que poderá ignizar-se de forma retardada (caso se encontre dentro dos limites de inflamabilidade), podendo ainda provocar explosões se a nuvem estiver dentro dos limites de explosividade.

Assim, as Árvores de Eventos tiveram por finalidade analisar as consequências possíveis dos vazamentos de líquidos inflamáveis, sendo elas ilustradas nas Figuras 5.2 e 5.3.

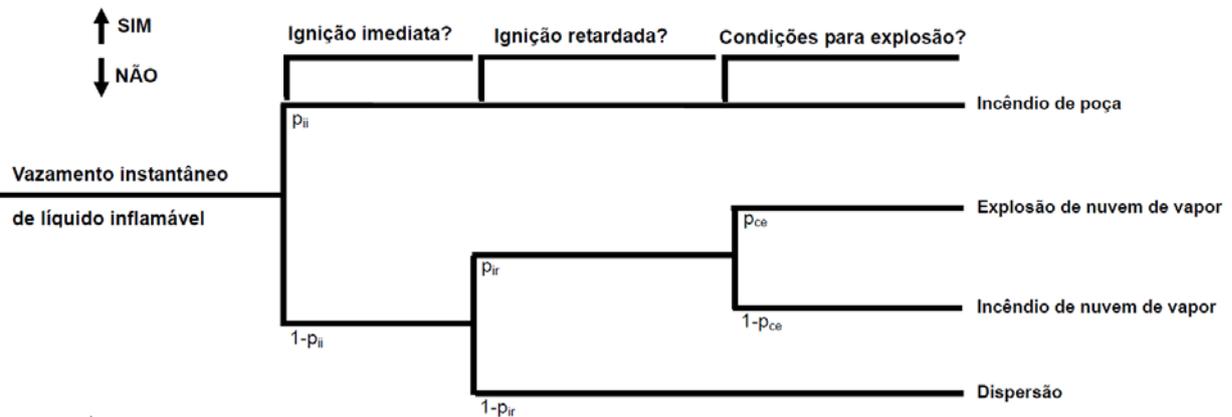


Figura 5.2 – Árvore de Eventos quantitativa para vazamento instantâneo de líquido inflamável

Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 127.

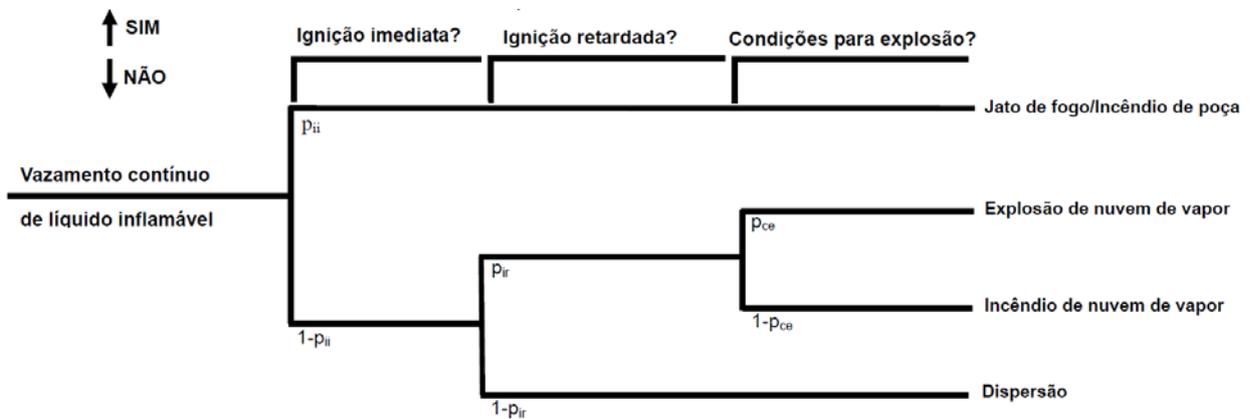


Figura 5.3 – Árvore de Eventos quantitativa para vazamento contínuo de líquido inflamável

Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 127.

No caso de gases liquefeitos, quando da ocorrência de ignição imediata, diferentemente dos líquidos inflamáveis, haverá a geração de bola de fogo para hipóteses de vazamentos instantâneos (p.e. ruptura dos reservatórios de GLP) ou de jato de fogo para hipóteses de vazamentos contínuos (p.e. linhas de GLP), conforme ilustrado nas Figuras 5.4 e 5.5.

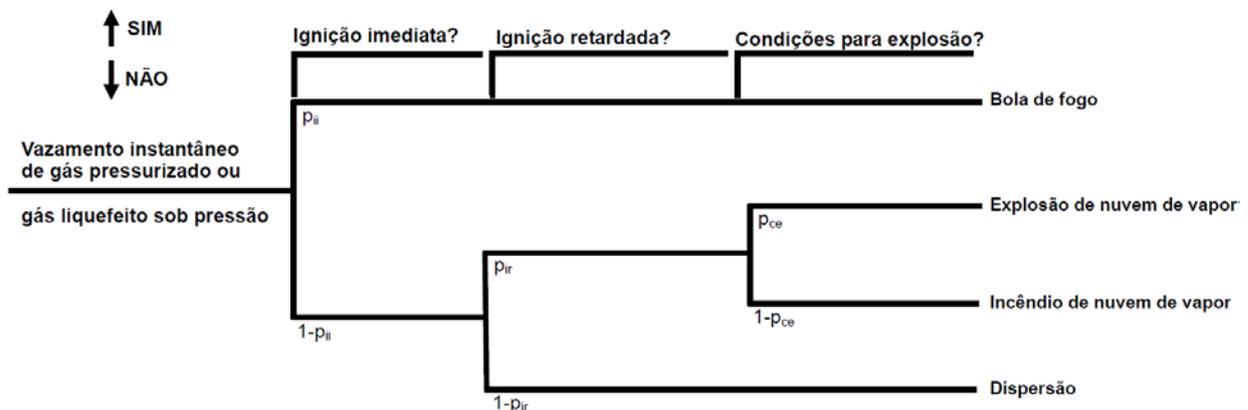


Figura 5.4 – Árvore de Eventos quantitativa para vazamento instantâneo

Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 126.

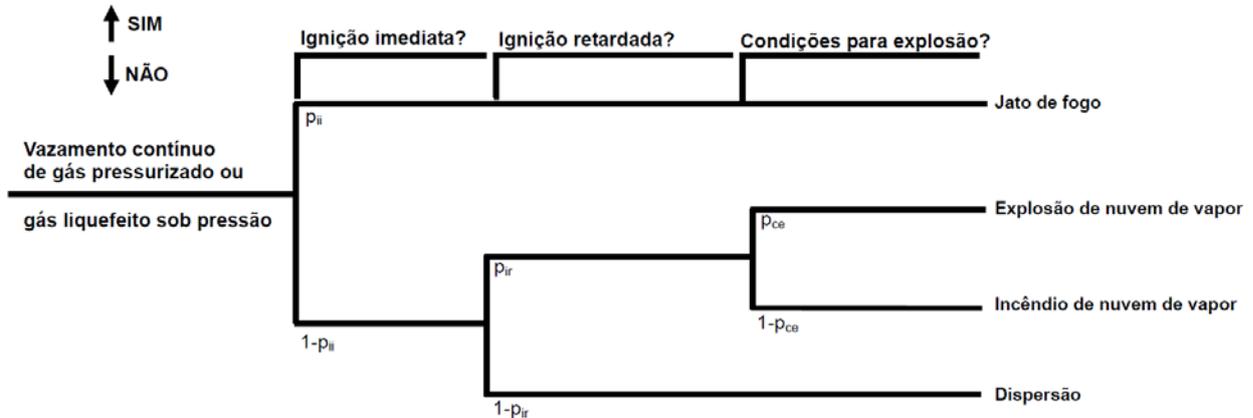


Figura 5.5 – Árvore de Eventos quantitativa para vazamento contínuo

Fonte: CETESB, 2011, Anexo R, p. 126.

Para cada uma das hipóteses acidentais pertinentes, cuja frequência de ocorrência foi calculada anteriormente, foi construída uma Árvore de Eventos, como apresentada nas Figuras 5.2 a 5.5, estabelecendo as probabilidades de ocorrência de cada cenário possível a partir de cada hipótese.

As probabilidades de ocorrência consideradas nos cálculos das árvores de eventos estão apresentadas na sequência:

A- Probabilidade de ignição imediata - extraída da Norma CETESB P4.261/2011, Quadro 13, p.30, depende da taxa de vazamento, massa liberada ou da reatividade do produto, como apresentado na Tabela 5.9 a seguir.

Tabela 5.9 – Probabilidades de ignição imediata (p_{ii}) e de explosão (p_{ce})

Classificação da substância	Quantidade para vazamento instantâneo (kg)	Quantidade para vazamento contínuo (kg/s)	p _{ii}	p _{ce}
Categoria 0, reatividade média/alta	< 1.000	< 10	0,2	0,4
	1.000-10.000	10-100	0,5	
	> 10.000	> 100	0,7	
Categoria 0, reatividade baixa	< 1.000	< 10	0,02	0,4
	1.000-10.000	10-100	0,04	
	> 10.000	> 100	0,09	
Categoria 1	Qualquer quantidade	Qualquer vazão	0,065	0,4
Categoria 2	Qualquer quantidade	Qualquer vazão	0,01	0,4

Fonte: CETESB, 2011.

Para a identificação da reatividade dos produtos movimentado no Terminal da Adonai, foi consultado o Quadro 12 da mesma norma, apresentada a seguir na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Classificação de gases e líquidos inflamáveis quanto à reatividade

Categoria 0 reatividade média/alta	Gases puros e misturas que podem ignizar nas condições normais de pressão e temperatura quando expostos ao ar, exceto os de reatividade baixa.
	Líquidos puros e misturas com ponto de fulgor (PF) < 0 °C e ponto de ebulição (ou início da ebulição) (PE) ≤ 37,8 °C.
Categoria 0 reatividade baixa	Metano [Chemical Abstracts Service Number (CAS no 74-82-8)] Cloreto de metila (CAS no 74-87-3) Cloreto de etila (CAS no 75-00-3)
Categoria 1	Líquidos puros e misturas com PF < 21 °C e que não sejam classificadas como Categoria 0.
Categoria 2	Líquidos puros e misturas com PF ≥ 21 °C.

Fonte: CETESB, 2011.

Sendo assim, de acordo com os critérios da Tabela 5.10 os produtos utilizados como representativos da gama de substâncias movimentada pela Adonai, identificados como de interesse para a etapa de quantificação dos riscos, foram classificados conforme Tabela 5.11.

Tabela 5.11 – Categoria dos produtos representativos da Adonai

Produto	Categoria	p _{ii}
Acetona, benzeno, etanol, metanol, n-hexano e n-pentano	1	0,065
n-Nonano	2	0,01
Propano	0 (média/alta reatividade)	Ver Tabela 5.12

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

Para as hipóteses de GLP, de acordo com as taxas de vazamento e massas liberadas instantaneamente das hipóteses calculadas pelo PHAST (constantes no Anexo VI) foram atribuídas às hipóteses acidentais as taxas de ignição imediata apresentadas na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 – Probabilidade de ignição imediata dos cenários de GLP

Hipótese	Taxa de vazamento (kg/s)	Massa vazada Instantaneamente ⁽¹⁾ (kg)	Prob. ignição imediata
H174	0,92	-	0,2
H175	0,01	-	0,2
H176	-	2.000	0,5
H177	13,10	-	0,5

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

B - Probabilidade de ignição retardada – probabilidade calculada considerando todas as fontes de ignição que se encontram dentro da nuvem de vapor, delimitada pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII), num determinado ponto de liberação. Para determinação da localização das fontes de ignição define-se qual o alcance do LII na imagem de satélite, plotando-se em cada ponto de liberação definido a maior distância de *flashfire* obtida das simulações. Com a área definida, inserem-se probabilidades de ignição em cada ponto da grade.

No presente estudo, foram utilizados os valores das probabilidades de ignição retardada

adotados na norma CETESB (item 7.5.2, Quadro 14, p.30) e que estão apresentados na Tabela 5.13.

Tabela 5.13 – Probabilidade de ignição retardada

Fontes de ignição	Probabilidade
“Nenhuma”	0,1
Muito poucas	0,2
Poucas	0,5
Muitas	0,9

Fonte: CETESB, 2011.

Estes valores foram adotados, considerando-se a efetividade das fontes de ignição igual a 100%, ou seja, a ignição ocorrerá apenas se ela estiver presente no local.

Conforme pode ser evidenciado na imagem de satélite da região, o entorno do Terminal da Adonai é constituído de empresas congêneres, de variadas atividades e movimentações internas de veículos. Sendo assim, foi adotada a probabilidade de ignição retardada igual a 0,9 tanto para as áreas internas da Adonai quanto para as áreas externas ao empreendimento.

C - Probabilidade de não ignição retardada - probabilidade de não ocorrendo a ignição retardada ocorrer a dispersão da nuvem, ou seja:

$$\text{Prob não ignição (C)} = 1 - \text{Prob ignição (B)}$$

D - Probabilidade de explosão da nuvem - relacionada à massa de vapor inflamável, que poderá explodir, baseada na norma da CETESB (item 7.5.2, Quadro 13, p.30), reapresentada na Tabela 5.9 do presente estudo, que define a probabilidade igual a 0,4, independente da massa de vapor inflamável envolvida no cenário.

E - Probabilidade de não explosão – probabilidade de ocorrer apenas incêndio em nuvem (*flashfire*), em caso de ignição retardada não havendo explosão da nuvem, ou seja:

$$\text{Prob não explosão (E)} = 1 - \text{Prob explosão (D)}$$

F - Probabilidade do período – Probabilidade do evento ocorrer nos períodos diurno e noturno. Considerou-se para a probabilidade 50% para cada um dos períodos;

G - Probabilidade de direção do vento - Probabilidade correspondente às direções de vento. De acordo com o definido no Capítulo 2, foram utilizados os dados recomendados na Norma P4.261/2011, onde foi considerada a distribuição uniforme dos ventos em 8 direções.

Os cálculos das frequências finais dos cenários acidentais estão contemplados no Anexo IX.

6. ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Os resultados das estimativas dos riscos decorrentes das atividades realizadas nas instalações da Adonai estão apresentados neste capítulo. Foram calculados os riscos social e individual, sendo o primeiro expresso por meio de curva F-N e o segundo sob a forma de curvas (contornos) de isorrisco.

A curva F-N caracteriza o risco para a comunidade exposta, fornecendo a frequência acumulada de ocorrência de acidentes com N ou mais vítimas (acidentes com múltiplas vítimas); por outro lado, os contornos de risco individual fornecem uma visão da distribuição espacial dos níveis de risco nas regiões circunvizinhas a instalação analisada.

O risco individual representa o risco que um indivíduo situado num determinado local em relação às instalações em análise, venha a sofrer certo dano, em geral fatalidade, em decorrência de acidentes que eventualmente venham a ocorrer nessas instalações.

Os cálculos para a estimativa dos riscos foram realizados integrando frequências e consequências para todos os cenários acidentais gerados a partir de cada uma das hipóteses acidentais selecionadas para o cálculo do risco, de acordo com o apresentado nos Capítulos 4 e 5, considerando as distâncias atingidas pelos diferentes níveis de radiação e sobrepressão.

6.1 Risco social

O risco social representa o risco para um grupo de pessoas constituído pela comunidade exposta aos efeitos dos acidentes passíveis de ocorrer nas instalações em análise. Assim, o risco social diz respeito à população presente na zona de alcance dos efeitos físicos gerados pelos diferentes cenários de acidentes.

Normalmente, o risco social é expresso através das “curvas F-N”, as quais fornecem a frequência esperada de ocorrência de acidentes, em geral expressa em base anual, com um número de vítimas maior ou igual a um determinado valor. A vantagem dessas curvas é que elas mostram graficamente todo o espectro dos riscos associados às instalações de interesse, indicando o potencial associado a acidentes maiores.

No presente trabalho, a curva F-N da Adonai foi calculada compilando-se os dados relativos aos cenários de acidentes que levaram a um determinado número de vítimas fatais de acordo com o número de pessoas presentes na área definida pelos maiores alcances, a qual foi dividida em células formando uma “grade de pontos” para o cálculo dos riscos.

6.1.1 Critério de tolerabilidade – risco social

O critério de tolerabilidade utilizado foi o estabelecido na Norma CETESB P4.261, baseado na curva F-N apresentada na Figura 6.1.

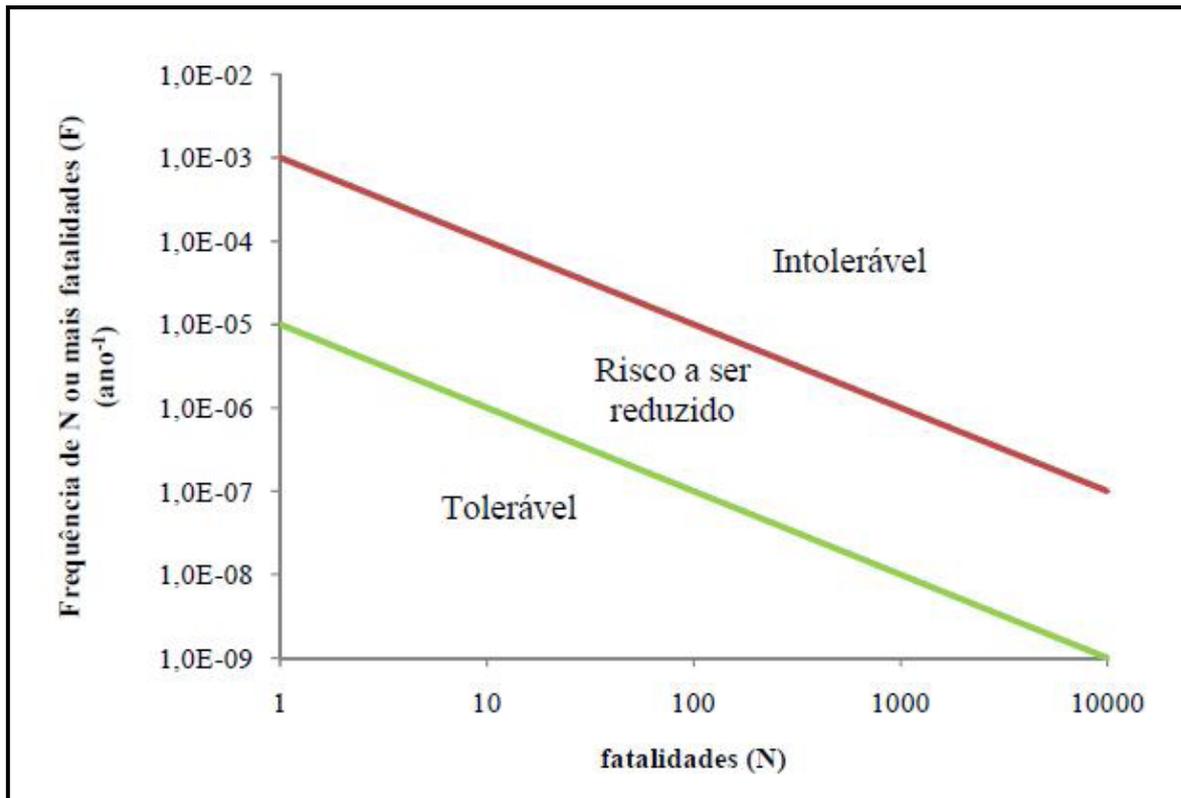


Figura 6.1 – Gráfico F-N para a apresentação do risco social

Fonte: CETESB, 2011.

O risco social proporcionado pela instalação é considerado tolerável quando a curva de distribuição acumulada complementar, desenhada sobre o gráfico F-N, ficar abaixo ou, no máximo, tangenciar a reta que determina a região de risco intolerável.

6.1.2 Malha

Após a simulação das consequências e identificação das maiores distâncias obtidas (definidas no Capítulo 4), foi elaborada uma “grade” de pontos sobre a área atingida (área vulnerável).

A “grade” ou malha permite um cálculo pontual sobre a população possivelmente afetada e possui espaçamento constante devendo ser de acordo com o entorno estudado e compatível com a maior distância calculada a ser definida. Para a instalação estudada, foi fixado um tamanho de célula de 35 m x 35 m (CETESB, 2011, item 7.6, p.30). A malha utilizada nos cálculos para a estimativa dos riscos está apresentada no Anexo X.

6.1.3 Identificação da população vulnerável

A população foi identificada em trabalhos de campo e através da imagem de satélite do local, com a população presente nas edificações vizinhas, apresentada no Anexo IV, distribuída pontualmente sobre o par de coordenadas (x,y) evidenciados no Anexo X.

6.1.3.1 Fatores de exposição

Na estimativa de cálculo de risco foi considerada a probabilidade de a população exposta estar abrigada ou não, uma vez que esses aspectos estão diretamente relacionados com os efeitos físicos decorrentes da ignição do produto vazado (radiação térmica ou sobrepressão).

Assim, para indústrias, empresas e comércios o valor do percentual de pessoas desabrigadas (no exterior das edificações) foi definido conforme sugerido no TNO *Green Book*, Tabela 1, página 16 do Capítulo 7, sendo 22% para a população no período diurno e 10% no período noturno.

Ainda no que concerne à população presente na área de abrangência dos efeitos de radiação térmica (exceto efeitos e níveis capazes de gerar 100% de fatalidade), foi considerado um fator de proteção para as pessoas igual a 0,2 (baixa exposição do corpo, mínimo de 75% do corpo coberto) em função da proteção oferecida pela vestimenta (CETESB, 2011, item 7.6.2.1.1.2, p. 33).

6.1.3.2 População flutuante



Foram consideradas as populações flutuantes dos terminais vizinhos utilizando os dados da última atualização (janeiro de 2014) fornecidos pela ABTL, apresentados na Tabela 2.8 do Capítulo 2. Para contratados permanentes e esporádicos, conforme já mencionado na sequência da referida tabela do Capítulo 2, foi adicionada 1 pessoa em cada período para ambos os tipos de contrato.

Para a inserção da população flutuante de motoristas no estudo foi calculado um fator de presença anual destes nos empreendimentos. Para tal foi considerado que diariamente há movimentação destes profissionais nas empresas vizinhas. Sabendo que as operações de carregamento ou descarregamento duram cerca de uma hora, já considerando possíveis perdas no processo, foi estimada a presença de cada profissional no local por duas horas. Dessa forma o fator estimado para a presença da população flutuante está apresentado a seguir:

$$\text{Fator} = \frac{2 \text{ [horas/dia]} \times 365 \text{ [dias/ano]}}{8.760 \text{ [horas/ano]}}$$

$$\text{Fator} = 0,083$$

Desta forma, o número representativo de pessoas adicionado ao contingente diário dos terminais vizinhos é dado conforme apresentado na Tabela 6.1 a seguir.

Tabela 6.1 – População flutuante considerada nos cálculos

Empresa	População flutuante			População total	
	Contratados permanentes	Contratados esporádicos	Motoristas (dia)	Período diurno	Período noturno
AGEO Terminais	1	1	95 x 0,083	130+10	10+2
AGEO Norte (antiga Copape)	1	1	100 x 0,083	70+11	5+2
Granel Química Ltda.	1	1	45 x 0,083	87+6	4+2

Fonte: Dados trabalhados pela ITSEMAP-INERCO.

6.1.3.3 Distribuição da população na malha

A distribuição da população sobre os pontos da malha elaborada ficou da seguinte forma apresentada na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Distribuição da população vulnerável em função da malha

Descrição	Ponto eixo X (m)	Ponto eixo Y (m)	Pessoas no período diurno	Pessoas no período noturno
Prédio administrativo (AGEO)	175	315	20	1
Prédio administrativo (AGEO)	210	280	20	2
Prédio administrativo (AGEO)	210	315	20	1
Prédio administrativo (AGEO)	245	280	20	2
Plataformas (AGEO)	280	245	10	1
Prédio administrativo (AGEO)	280	280	20	2
Plataformas (AGEO)	315	245	10	1
Plataformas (AGEO)	350	210	10	1
Plataformas (AGEO)	350	245	10	1
Plataformas (Granel)	455	560	9	1
Administrativo/Apoio (Granel)	595	350	10	0
Administrativo/Apoio (Granel)	595	385	10	1
Administrativo/Apoio (Granel)	595	420	10	0
Administrativo/Apoio (Granel)	630	350	10	1
Administrativo/Apoio (Granel)	630	420	10	0
Administrativo/Apoio (Granel)	700	420	10	1
Administrativo/Apoio (Granel)	700	455	10	0
Plataformas (Granel)	700	525	9	1
Plataformas (Granel)	700	560	9	1

Obs: Apenas estão apresentados na tabela os pontos com existência de população.

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

A Tabela 6.3 a seguir apresenta as coordenadas dos pontos de liberação na malha utilizada para os cálculos.

Tabela 6.3 – Coordenadas dos pontos de liberação

Ponto de liberação	Ponto eixo X (m)	Ponto eixo Y (m)
1	166	235
2	310	166
3	400	277

Tabela 6.3 – Coordenadas dos pontos de liberação

Ponto de liberação	Ponto eixo X (m)	Ponto eixo Y (m)
4	435	283
5	453	308
6	478	322
7	502	339
8	523	379
9	395	184
10	442	189
11	350	296
12	462	213

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

6.1.4 Fontes de ignição

Utilizando como base as premissas apresentadas na Tabela 5.13 do Capítulo 5, que faz menção às probabilidades de ignição retardada, foram identificadas e relacionadas às possíveis fontes de ignição presentes nas áreas próximas aos possíveis pontos de liberação de produtos. Conforme já mencionado no referido capítulo foi adotada a probabilidade de ignição retardada igual a 0,9 tanto para as áreas internas da Adonai quanto para as áreas externas ao empreendimento.

6.1.5 Resultado do risco social

Os resultados de frequência acumulada e os respectivos números de vítimas associados deram origem à curva F-N da Figura 6.2, a qual representa o risco social imposto pelas atividades realizadas na Adonai às áreas vulneráveis nas proximidades do empreendimento.

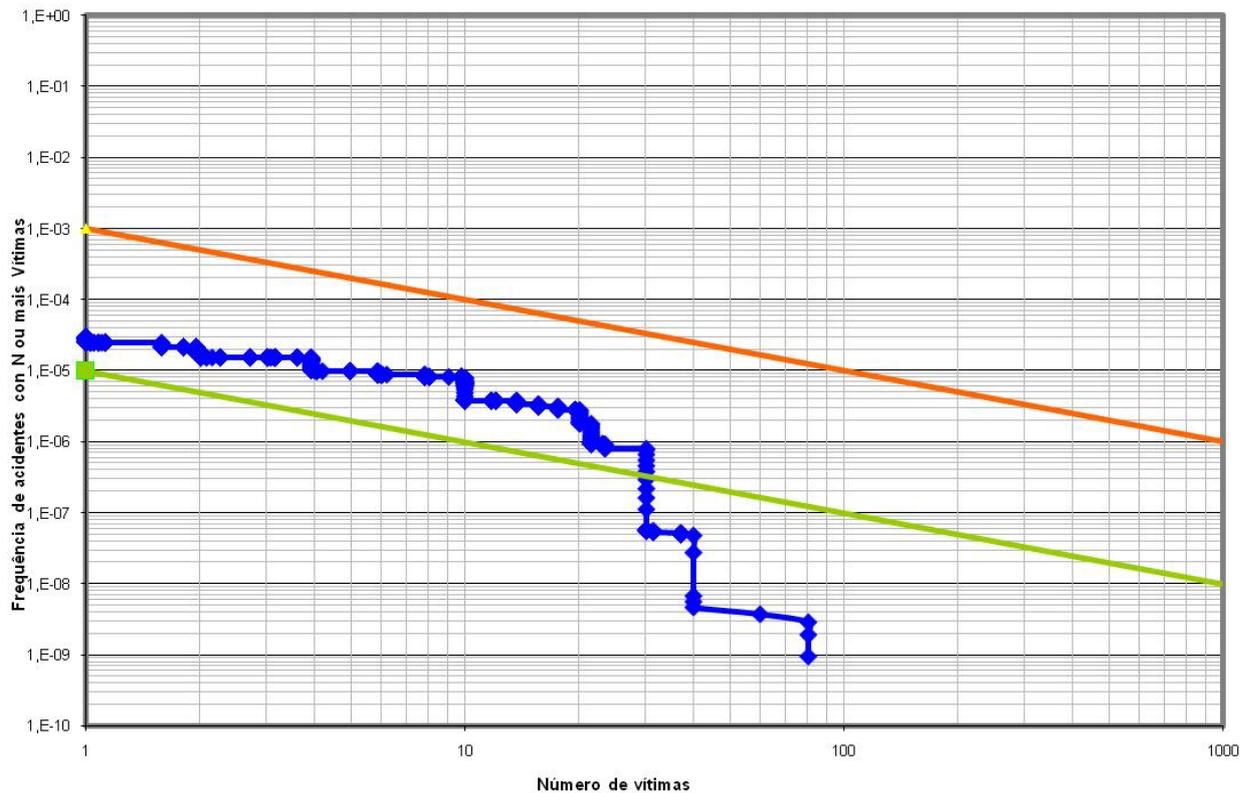


Figura 6.2 – Curva F-N do risco social do empreendimento

Fonte: ITSEMAP-INERCO.

A curva de risco social apresentou-se na região de risco a ser reduzido, com o maior número de vítimas igual a 80 pessoas para uma frequência de $9,47E-10$ oc/ano. Os dados de entrada da curva F-N estão apresentados no Anexo XI.

A aferição dos cálculos, conforme solicitados na Norma P4.261/2011 da CETESB está apresentada no Anexo XII.

6.2 Risco individual

O risco individual pode ser definido como sendo a frequência esperada, normalmente expressa em base anual, a que um indivíduo situado numa determinada posição em relação às instalações em análise, venha a sofrer certo dano, em geral fatalidade, em decorrência de acidentes que eventualmente venham a ocorrer nessas instalações.

Conforme mencionado anteriormente, o risco individual é, comumente, representado por meio dos contornos de isorrisco. Esses contornos ligam os pontos de mesmo nível de risco, fornecendo uma indicação gráfica dos níveis de risco nas circunvizinhanças das instalações em estudo.

No presente trabalho, os riscos individuais foram calculados para cada um dos possíveis cenários de acidentes passíveis de ocorrer nas diferentes hipóteses acidentais identificadas e detalhadas na AQR (Avaliação Quantitativa de Riscos), com base no seguinte procedimento:

- Foi definida a área de interesse situada na circunvizinhança da Adonai com base nos maiores alcances das simulações;
- Nessa área de interesse foi elaborada uma “grade” de pontos, com cada célula definida em 35 x 35 metros, para o cálculo do risco individual ao longo da malha;
- Dessa forma, foi determinada a frequência esperada para cada uma das sequências de acidentes (cenários acidentais), multiplicando a frequência de ocorrência da hipótese acidental pelas probabilidades associadas a uma determinada condição em que o acidente venha a ocorrer (condições meteorológicas, probabilidade do período, etc);
- Foi obtido então um valor de “f” (frequência esperada de ocorrência – cálculos apresentados no Anexo IX) para cada cenário acidental e um valor de “p” (probabilidade condicional de ocorrência de fatalidade) em cada célula da “grade”;
- O risco individual é calculado por meio do produto “f x p”; como “f” é função da hipótese acidental e das condições fenomenológicas, e “p” é função do tipo de acidente e do local considerado (célula da “grade”), fazendo-se a somatória dos produtos “f x p” na célula, sobre todos cenários de acidentes para uma determinada hipótese acidental, obteve-se o risco individual, na célula, associado à hipótese em questão. Esse mesmo procedimento foi seguido para todos os pontos da “grade” na área de interesse.

6.2.1 Critério de tolerabilidade - risco individual

A CETESB define para instalações fixas (plantas como a Adonai) o nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ e o nível $1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ como limiares de classificação do risco conforme segue:

- Risco tolerável: $RI < 1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ (nível restrito aos limites do empreendimento);
- Risco a ser reduzido: $1,00E-06 \text{ ano}^{-1} \leq RI \leq 1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ (nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ restrito aos limites do empreendimento e $1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ extrapolando);
- Risco intolerável: $RI > 1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ (nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ extrapola total ou parcialmente os limites do empreendimento).

6.2.2 Resultados do risco individual

A Figura 6.3 apresenta os contornos de risco individual obtidos para a Adonai, referentes à movimentação de produtos inflamáveis na mesma.

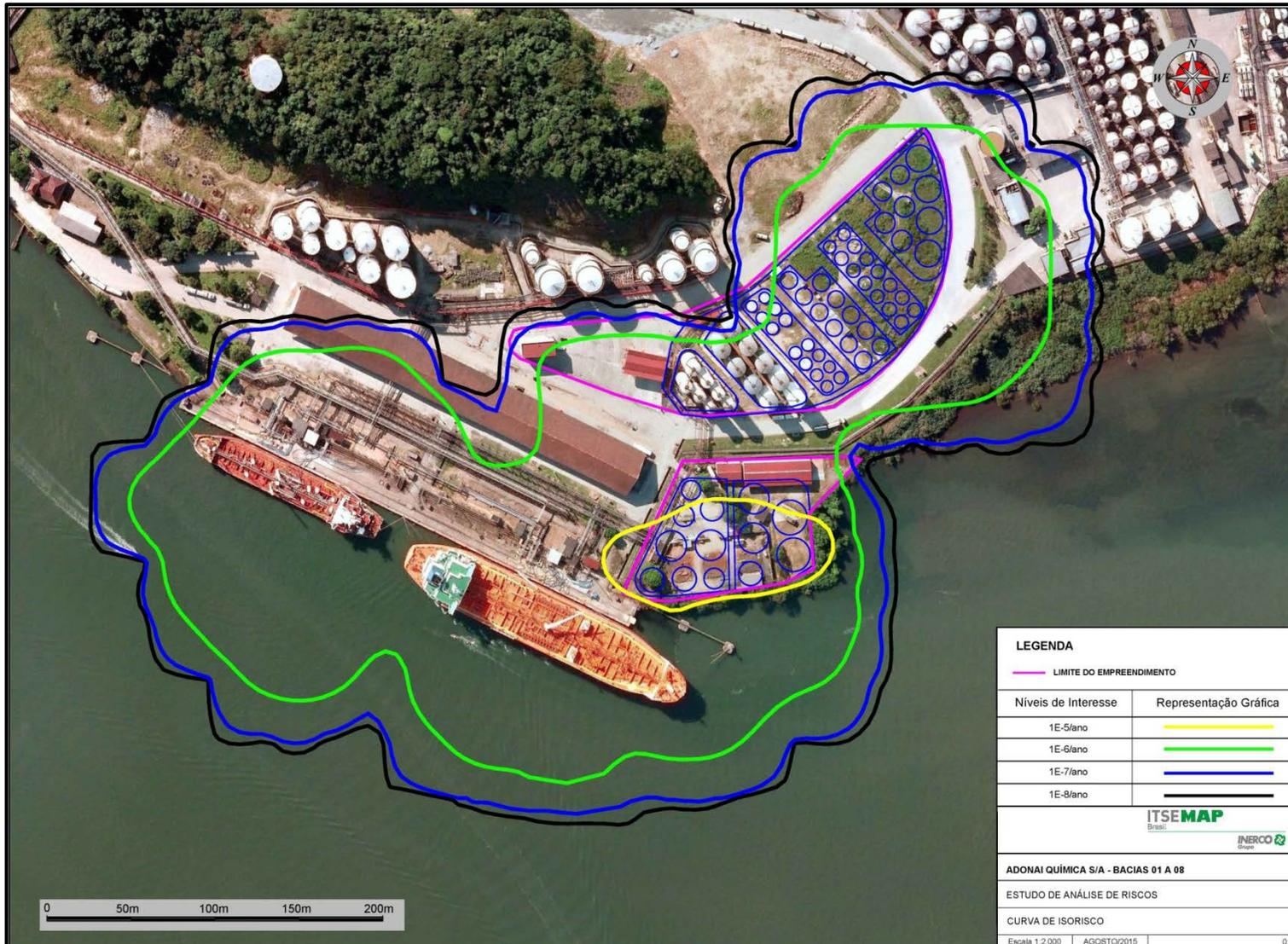


Figura 6.3 – Contornos de risco individual da Adonai
Fonte: ITSEMAP-INERCO. Imagem de satélite do *Google Earth Professional*.

Conforme se pode observar o risco individual o nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$, considerado nível máximo tolerável (em amarelo), permaneceu majoritariamente dentro dos limites da Adonai, extrapolando ligeiramente para a área do cais, que é de uso comum entre as empresas da Ilha Barnabé. A curva de risco individual correspondente a $1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ (em verde), classificada como limite de risco negligenciável, se estendeu por toda a área de tancagem da Adonai, o cais e o estuário e a área administrativa e plataformas da AGEO, localizadas numa região entreposta entre o cais e a Adonai.

A aferição dos cálculos, conforme solicitados na Norma P4.261/2011 da CETESB está apresentada no Anexo XII.

7. AVALIAÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Em função dos resultados de riscos, embora não intoleráveis, terem se enquadrado como risco a ser reduzido de acordo com os critérios estabelecidos pelo Órgão Ambiental foi avaliado mais detalhadamente o comportamento de algumas hipóteses acidentais para avaliar se é plausível a implantação de medidas de controle e uma relação “custo-benefício” de acordo com o verificado nas simulações.

7.1 Cenários acidentais avaliados

Para esta análise foram selecionadas as hipóteses acidentais que demonstraram maior potencial para gerar vítimas (ver Anexo XI) sendo elas as hipóteses H123, H125, H127, H150P e H173. As três primeiras se tratam de hipóteses de ruptura de linhas de transferência enquanto as duas últimas de ruptura de tanque e de caminhão, respectivamente. Todas essas hipóteses foram simuladas com o n-pentano como produto representativo.

Como as primeiras contribuições de cada uma dessas hipóteses relacionadas estão relacionadas ao incêndio em nuvem e assim diretamente ligadas as dimensões na nuvem formada foi verificado o comportamento da formação desse fenômeno, no período diurno, para cada caso, conforme podemos visualizar a seguir nas Figuras 7.1 à 7.8 retiradas da modelagem realizado no software PHAST.

- H123 - Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8” desde o mangote até os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8.

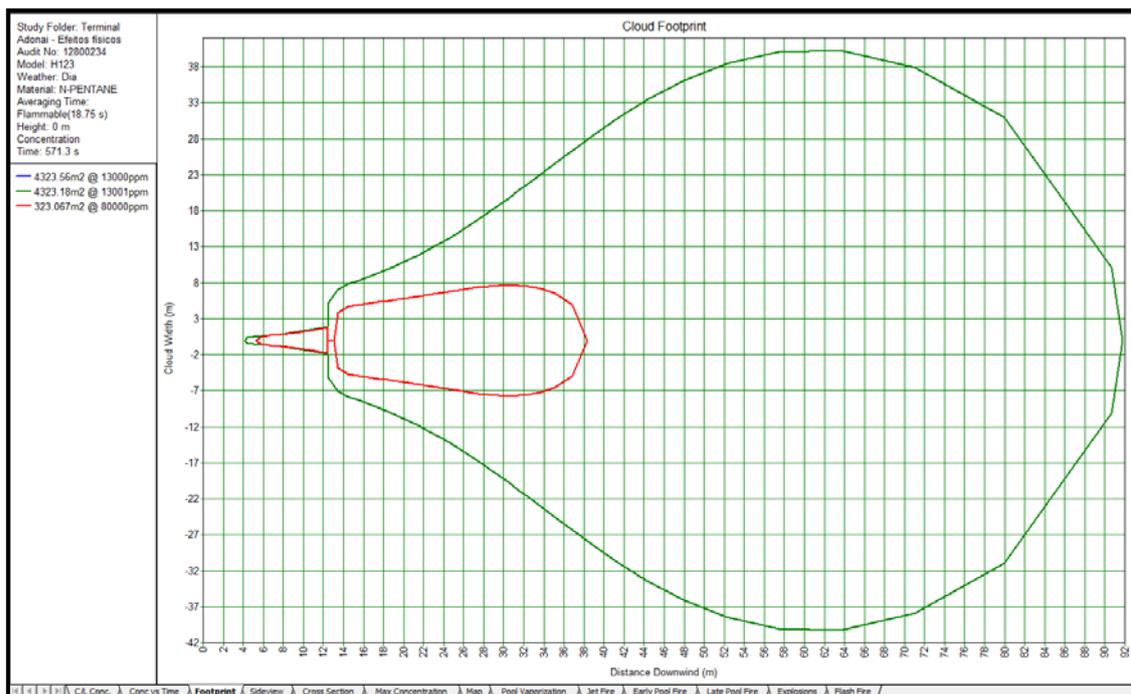


Figura 7.1 – Vista superior da nuvem no tempo de 571,3 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

Conforme pode ser observado na figura, a nuvem atinge seu ponto máximo (93 metros) em um tempo já próximo ao limite da duração total do vazamento considerado (600 segundos), o que é um tempo bastante razoável para a tomada de ações, mesmo ações manuais como fechamento de válvulas *in loco*. Entretanto, de acordo com o ilustrado na Figura 7.2 a seguir, em um tempo significativamente inferior a nuvem já atinge um alcance muito próximo quando comparado ao seu ponto máximo possibilitando dizer que em um espaço relativamente curto de tempo a nuvem já atinge seu estado estacionário.



Figura 7.2 – Vista superior da nuvem no tempo de 31,74 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

- H125 - Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total nas linhas de 8" desde os tanques de armazenamento das bacias de 1 a 8 até as bombas de exportação.

No caso da hipótese H125 a situação é muito semelhante à da hipótese H123 conforme pode ser verificado no comparativo entre a Figura 7.3, onde a nuvem atinge seu alcance máximo (84 metros) em 223 segundos, e a Figura 7.4, que mostra que desde o instante 34,1 segundos a nuvem já atinge um alcance muito próximo da situação máxima.

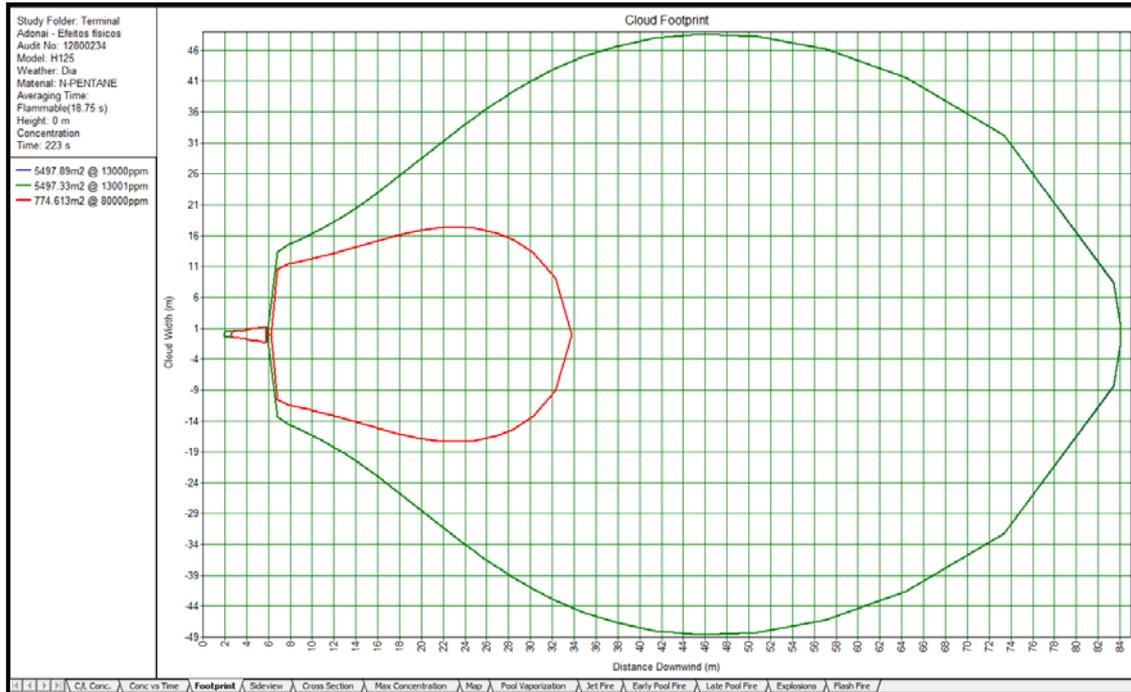


Figura 7.3 – Vista superior da nuvem no tempo de 223 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

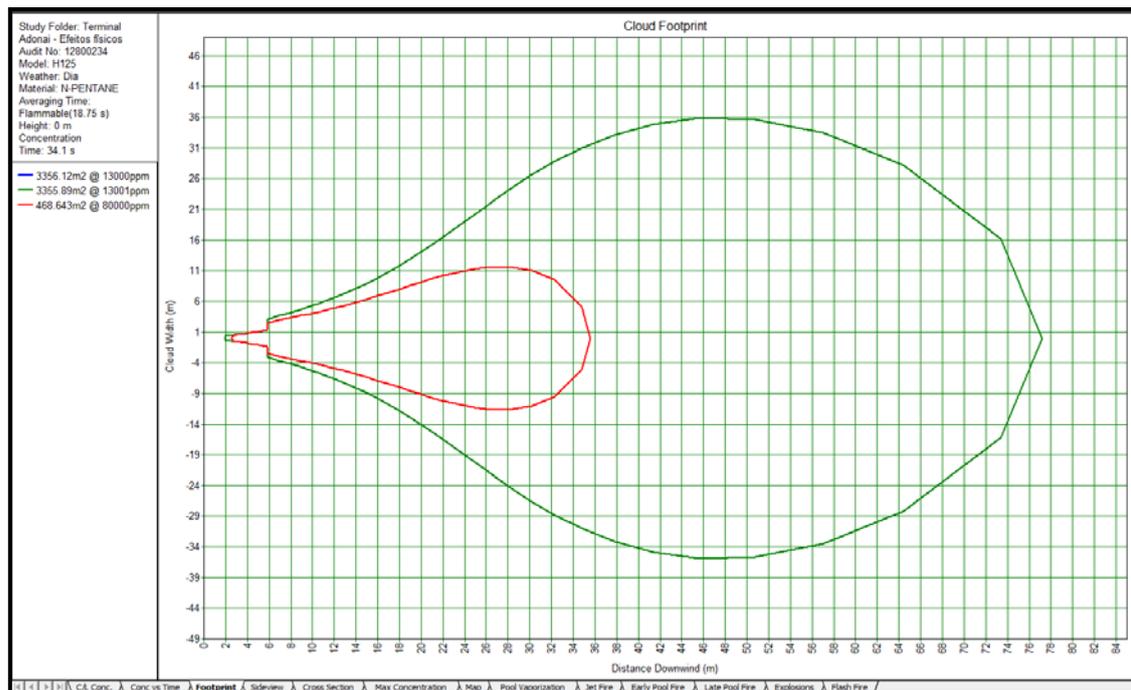


Figura 7.4 – Vista superior da nuvem no tempo de 34,1 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

- H127 - Grande liberação de n-pentano devido a ruptura total na linha de 8" desde as bombas de exportação até o mangote do navio.

Com exceção do tempo em que a nuvem atinge seu alcance máximo, a formação da nuvem deste cenário é igual à da hipótese H123, da mesma forma suas considerações. As Figuras 7.5 e 7.6 ilustram a situação verificada para a hipótese H127.

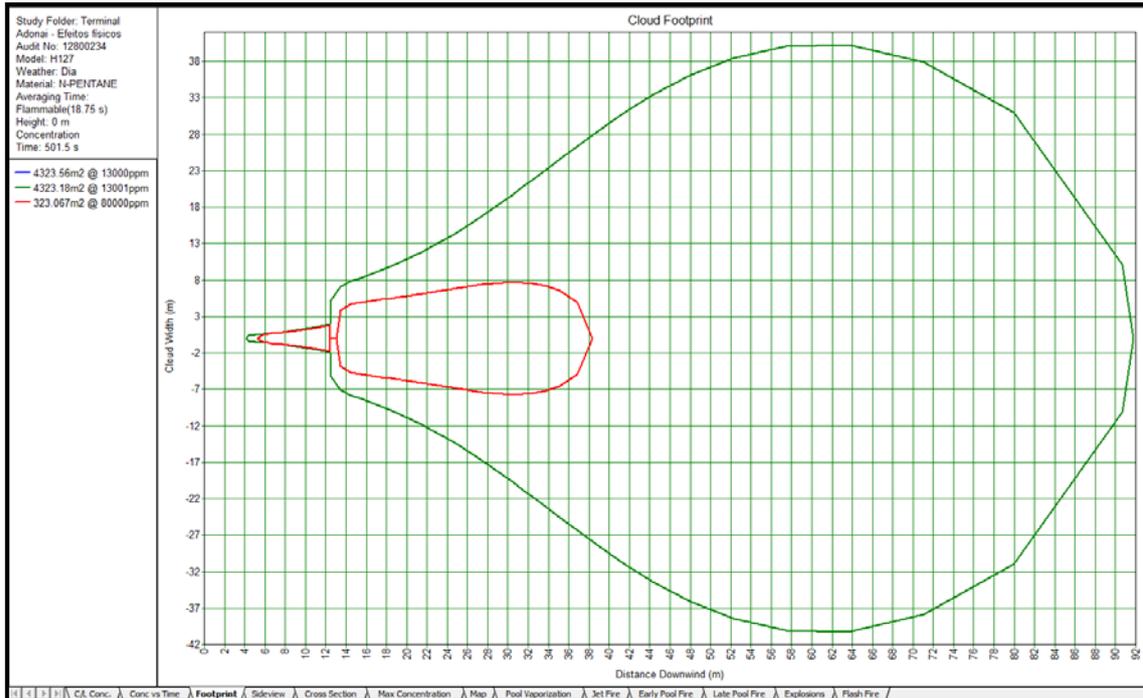


Figura 7.5 – Vista superior da nuvem no tempo de 501,5 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

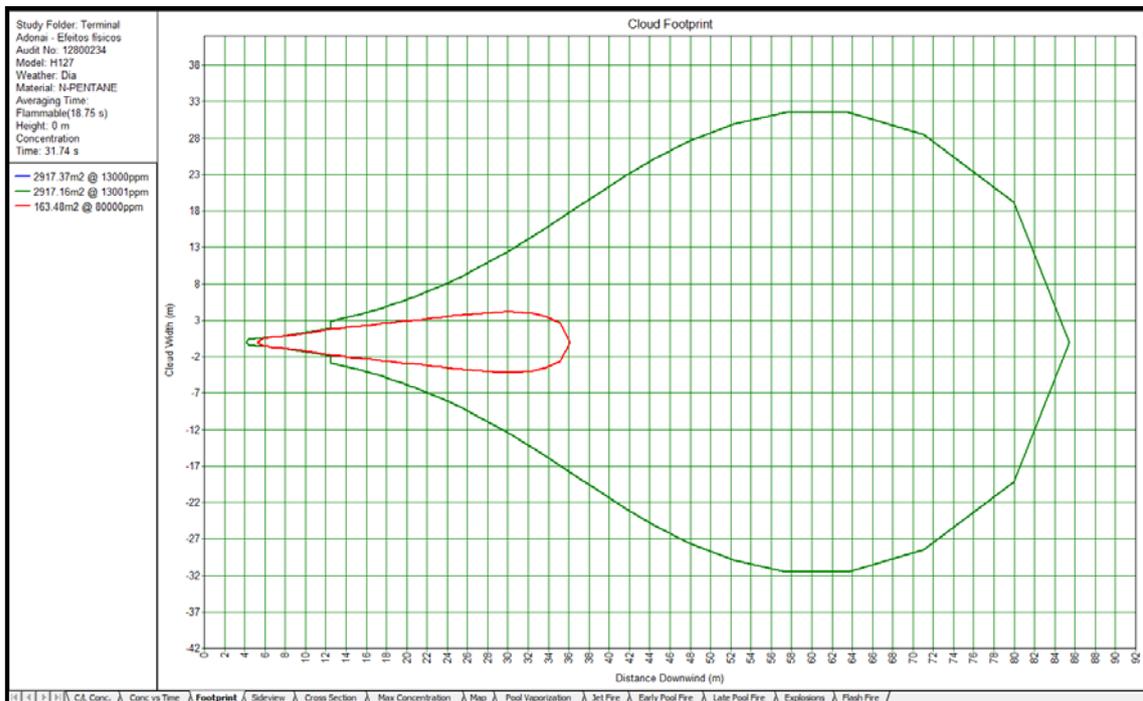


Figura 7.6 – Vista superior da nuvem no tempo de 31,74 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

- H150P - Ruptura dos tanques de armazenamento de 1.500 m³ da bacia 6.

A Figura 7.7 apresenta a vista superior da nuvem formada em uma ruptura de tanque com n-pentano em seu ponto de alcance máximo, atingido no tempo de 32,44 segundos.

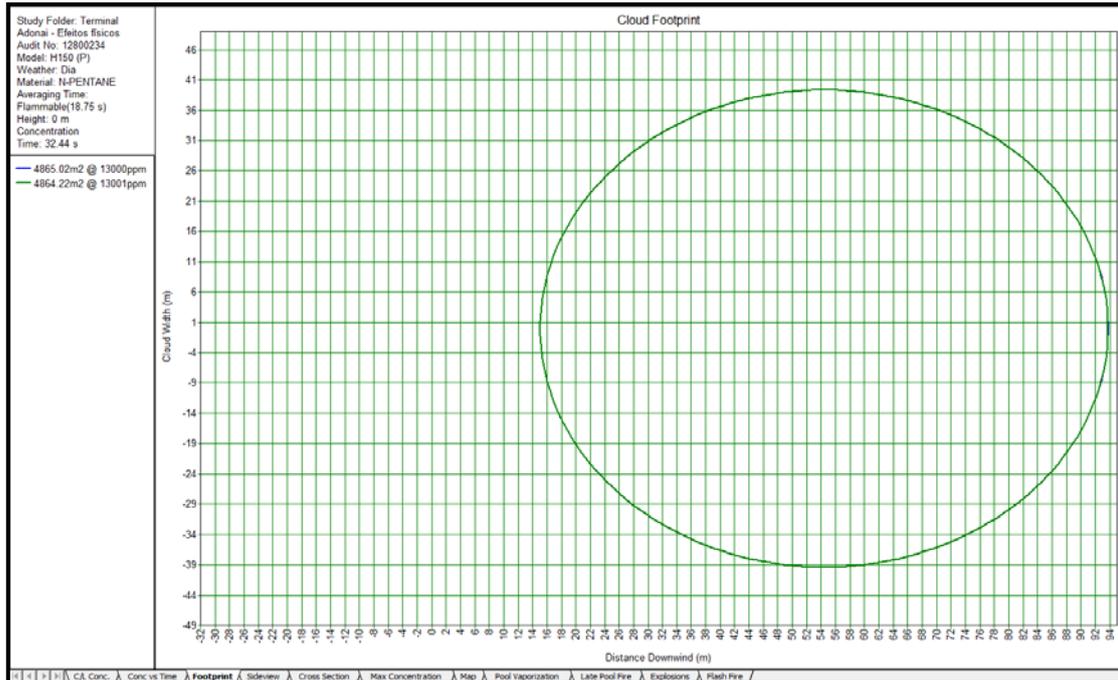


Figura 7.7 – Vista superior da nuvem no tempo de 32,44 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

- H173 - Ruptura do caminhão-tanque de n-pentano.

A Figura 7.8 apresenta a vista superior da nuvem formada em uma ruptura de caminhão-tanque com n-pentano em seu ponto de alcance máximo, atingido no tempo de 27,53 segundos.

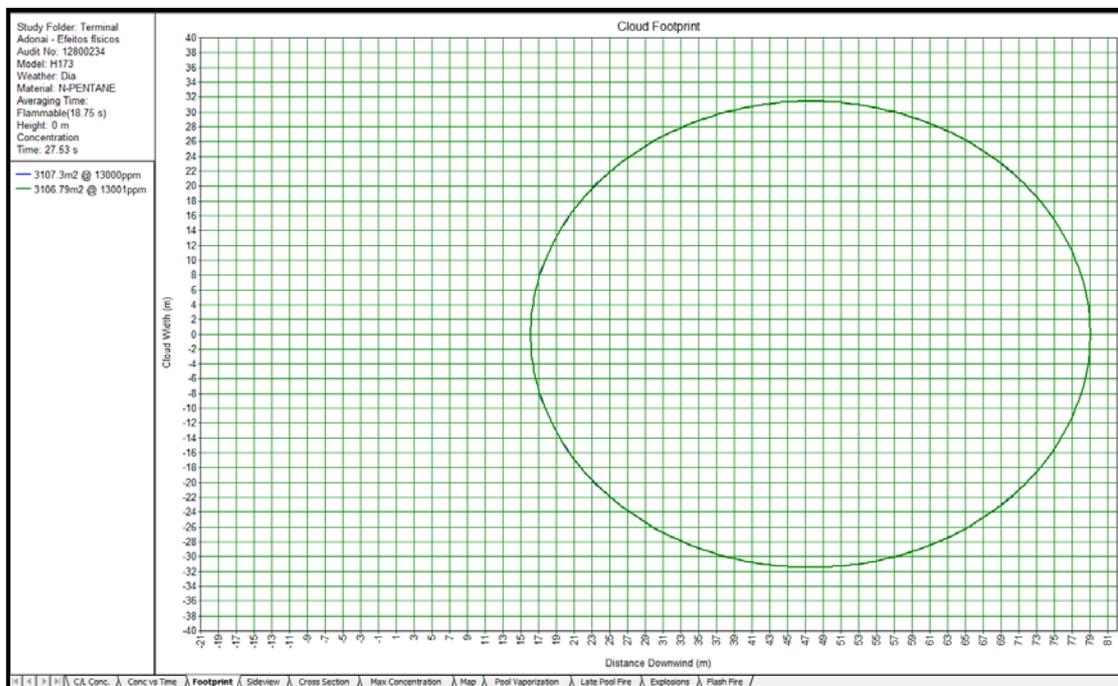


Figura 7.8 – Vista superior da nuvem no tempo de 27,53 segundos após o acidente
Fonte: ITSEMAP-INERCO

7.2 Conclusões da avaliação

De acordo com o verificado nas imagens dos cenários que apresentaram potencial para gerar os maiores números de vítimas pode-se notar que os mesmos atingem seus maiores alcances, ou muito próximo disso, já nos instantes iniciais dos acidentes, aproximadamente 30 segundos após o início das ocorrências.

O fato que decorre dessa observação é que não há como considerar nos cálculos de forma representativa um sistema de segurança ágil o bastante para atuar em um tempo tão curto e que garanta que o produto remanescente numa dada tubulação não permanecerá vazando pelo ponto de ruptura durante um tempo inferior ao verificado nas figuras utilizadas de exemplo neste capítulo. Da mesma forma, por mais que toda a instrumentação não entre em modo de falha e seja possível detectar rapidamente um vazamento, permanece a questão do tempo de atuação que deve ser muito rápido entre detecção, comunicação e bloqueio, e ainda há a questão do vazamento remanescente da linha que se enquadra muito mais em práticas de gerenciamento de riscos e planos de emergência para retenção ou tratamento adequado ao produto vazado.

Assim, fica notável que um programa gerenciamento de risco bem estruturado e praticado pela empresa, com evidências físicas de seu cumprimento é a melhor maneira para evitar ocorrências de tais magnitudes (rupturas de linhas e tanques) e manter o risco da empresa em níveis que sejam praticáveis suas atividades, assim como o exposto no Capítulo 6.

8. CONCLUSÕES

O presente Estudo de Análise de Riscos foi elaborado com o objetivo de avaliar quantitativamente os riscos impostos pelas atividades desenvolvidas na Adonai, relacionadas ao armazenamento, recebimento e expedição de produtos inflamáveis.

As possíveis consequências dos cenários de acidentes mais relevantes em termos de severidade foram estudadas detalhadamente, sendo que os riscos associados aos casos com potencial de causar impactos às áreas no entorno do empreendimento foram calculados e expressos na forma de riscos social e individual.

Para as simulações dos efeitos físicos utilizou-se o programa PHAST, onde os valores de referência utilizados seguiram o preconizado na Norma CETESB P4.261. Dentre as 177 hipóteses acidentais identificadas na APP, 67 contribuíram efetivamente para os resultados de risco (ver Anexo XI) em função dos alcances obtidos nas simulações e a localização das próprias empresas. Os maiores alcances observados estão associados às hipóteses de ruptura das linhas de sistemas de maior vazão (operações envolvendo navios), ruptura dos reservatórios e ruptura dos caminhões-tanques, sendo estes relacionados ao grupo de produtos representado pelo n-pentano que dentre os produtos analisados, à exceção do GLP (representado pelo propano), é o mais crítico em relação às características de inflamabilidade.

O estudo foi realizado de forma a considerar hipóteses de ruptura e furo em linhas (vazamentos contínuos) onde foi considerado um tempo de vazamento de até 10 minutos de duração e para os vazamentos instantâneos (ruptura dos reservatórios) foi considerado que os mesmos estão sempre preenchidos por produto até suas capacidades máximas operacionais.

Importante salientar que, de modo a não repercutir em restrições às movimentações e armazenamento de produtos na Adonai foi considerado que os tanques estão sempre preenchidos por algum dos produtos considerados de interesse para a quantificação dos riscos sendo que estes representam 45,6% (31 de 68, ver Capítulo 2) dos produtos possíveis de serem movimentados pela empresa.

O cálculo de frequência foi realizado para todas as hipóteses sendo consideradas as taxas de falhas dos equipamentos extraídas de referência bibliográfica internacional, no caso, do Bevi.

A curva de risco social apresentou-se parcialmente na região de risco a ser reduzido (faixa de 1 a 30 vítimas potenciais) e parcialmente na região de risco negligenciável (faixa de 30 a 80 vítimas potenciais), não sendo observada nenhuma condição de intolerabilidade segundo os critérios estabelecidos. Os agrupamentos populacionais suscetíveis à área de

abrangência dos efeitos físicos, conforme já comentado nos Capítulos 2 e 6, são exclusivamente industriais e de atividades congêneres à Adonai.

Em relação ao risco individual, o nível de $1,00E-05 \text{ ano}^{-1}$ não atinge nenhuma área administrativa das empresas vizinhas, mesmo com a proximidade existente entre as empresas localizadas na Ilha Barnabé, abrangendo apenas uma parte do cais. A curva de risco individual correspondente a $1,00E-06 \text{ ano}^{-1}$ atinge toda a área ao redor da Adonai e do cais, abrangendo parcialmente a região do prédio administrativo da AGEO e a plataforma de caminhões.

Conforme mencionado no Capítulo 5, não há sob a área de abrangência dos efeitos físicos a presença de áreas residenciais, sendo que estes efeitos físicos se limitam a Ilha Barnabé, mais especificamente às áreas adjacentes à Adonai e ao cais, este último serve igualmente à todas as empresas da ilha. O que diferencia um tipo de população da outra, de áreas residenciais e de empresas congêneres, é que no caso da segunda as pessoas são treinadas em como proceder em situações emergenciais, cujas empresas estão inseridas em programas de auxílio com as empresas vizinhas, sendo elas todas operadoras de produtos inflamáveis.

A própria localização da Adonai e suas vizinhas é estratégica em função do tipo de atividade e os riscos inerentes a ela.

A Adonai, especificamente, está situada entre os tanques da AGEO e a área administrativa da mesma, sendo este último localizado entre o cais e a própria Adonai. As áreas de tancagem da Adonai é basicamente vizinha às da AGEO e da Granel. Tudo isto salienta como essas empresas estão envolvidas em um mesmo contexto, inclusive na partilha das linhas do cais, que foram apontadas nos resultados de risco como as que contribuem para o maior número de vítimas.

Com base no anteriormente exposto, ou seja, o risco obtido e o “mutualismo” que se observa entre as empresas pode-se considerar que o risco imposto pela Adonai às áreas circunvizinhas é plenamente aceitável.

Independentemente dos aspectos anteriormente mencionados, o Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR e Plano de Ação de Emergência das instalações devem ser mantidos devidamente atualizados, agregando as hipóteses identificadas nas planilhas de APP, os resultados obtidos nas simulações das hipóteses acidentais identificadas no presente estudo, bem como procedimentos de combate, evacuação e contingência de acidentes.

Ressalta-se que na atualização do programa de gerenciamento de riscos devem ser observados principalmente os aspectos relacionados à manutenção preventiva dos equipamentos e procedimentos operacionais, identificados como fundamentais para a plena manutenção e gerenciamento dos riscos relacionados às atividades do empreendimento, e

este deve ser funcional, utilizado como referência nas práticas cotidianas, assim como auditado periodicamente para comprovação de seu cumprimento, à fim de se manter o nível de risco nos patamares observados no presente estudo.

Conforme preconiza a Norma CETESB P4.261 no Anexo XIII está apresentada a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) que abrange o presente trabalho.

9. EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral:

Quím. Ricardo Rodrigues Serpa
Diretor Executivo
CRQ 4244537/4ª Região

Responsável Técnica:

Eng. Carmen Lía Vazquez
Diretora de Gestão
CREA 0601798051

Coordenação Técnica:

Eng. Tiago do Monte Correa Novo
Coordenador de Análise de Riscos
CREA 5063859046

Elaboração:

Eng. Henrique Augusto de Paiva
Especialista em Análise de Riscos
CREA 5062115462

10. BIBLIOGRAFIA

1. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Manual de Produtos Químicos**. 2014. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/emergencias-quimicas/258-manual-de-produtos-quimicos>>. Acesso em: 13 jul. 2015.
2. _____. **Norma P4.261**: Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência. 2. ed. São Paulo, dez. 2011.
3. DEPARTMENT OF DEFENSE OF UNITED STATES OF AMERICA. **MIL-STD-882E**: standard practice, system safety. May 2012.
4. DET NORSKE VERITAS (DNV) – Technica Ltd. **PHASt Risk version 6.7**. London, 2012.
5. LEES, FRANK P. **Loss Prevention in the Process Industries**: hazard identification, assesment and control. 2. ed. London: Butterworths-Heinemann, 1996.
6. OFFSHORE RELIABILITY DATA HANDBOOK (OREDA). **Control and Safety Equipment**. 4. ed. Norway, 2002.
7. NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIROMENT (RIVM). **CPR 18E**: guidelines for quantitative risk assessment - “Purple Book”. 1. ed. Committee for Prevention of Disasters. [S.I.]. Dec. 2005.
8. NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIROMENT (RIVM). **Reference Manual BEVI Risk Assessments**. Version 3.2. Netherlands, 2009.
9. TNO. **CPR 16E**: methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials - “Green Book”. 1. ed. Committee for Prevention of Disasters. 1992.
10. SINTEF INSDUSTRIAL MANAGEMENT. **Offshore Reliability Data Handbook (OREDA)**. Control and Safety Equipament. 4. ed. Norway, 2002.
11. VROM. **CPR 12E**: methods for determining and processing probabilities - “Red Book”. 1. ed. Committee for Prevention of Disasters. Dec. 2005.
12. WIKIPEDIA, encyclopedia livre. **Dados do município de Santos**. 2014. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Santos>>. Acesso em: 20 jul. 2014.



ANEXOS



ANEXO I

FLUXOGRAMAS DE ENGENHARIA



ANEXO II

PLANTA DE ARRANJO (*LAYOUT*)



ANEXO III

FICHAS DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DOS PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQs)



ANEXO IV

IMAGEM DE SATÉLITE DA REGIÃO



ANEXO V

PLANILHAS DE ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS (APP)



ANEXO VI

RELATÓRIOS DAS SIMULAÇÕES DE CONSEQUÊNCIAS



ANEXO VII
PONTOS DE LIBERAÇÃO



ANEXO VIII

MAPEAMENTO DAS VULNERABILIDADES



ANEXO IX

CÁLCULO DAS FREQUÊNCIAS FINAIS DOS CENÁRIOS



ANEXO X

MALHA



ANEXO XI

DADOS DE ENTRADA DA CURVA F-N



ANEXO XII

AFERIÇÃO DOS CÁLCULOS DOS RISCOS



ANEXO XIII

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA